Beiträge zur Kenntniss des Wachsthums der Pflanzen.

Von **Franz Krašan.**

Bereits vor drei Jahren hatte ich die Untersuchung, in welcher Art die allgemeinen Lebenserscheinungen der Pflanzen in ihrer Dauer und zeitlichen Folge von den Factoren: Wärme, Licht und Stoff abhängen, als die wesentliche Aufgabe der theoretischen Pflanzen-Phänologie bezeichnet. Damals suchte ich durch möglichst zahlreiche Beobachtungen der Gewächse im Freien mit Hilfe der damaligen Kenntniss der Lebensvorgänge und ihrer Bedingungen einen Stützpunkt für weitere und genauere Untersuchungen zu gewinnen.

Wenn ich nun, nachdem ich mich in diesem so schwierigen Gebiete einigermassen orientirt zu haben glaube, im Folgenden die Resultâte jener Beobachtungen und Experimente darlege, die ich im Sinne der in den „Studien" (Verhandl. der k. k. zool.-botan. Gesellsch. in Wien, 1870) gegebenen Andeutungen grösstentheils von 1869 bis März 1873 ausgeführt habe, so drängt es mich vor Allem, der Herren Dr. Jul. Sachs und Karl Fritsch, die mich durch freundliche Mittheilungen und Rathschläge unterstützt haben und deren wissenschaftliche Arbeiten mir bei den vorliegenden Untersuchungen förderlich waren, in dankbarer Anerkennung zu gedenken.

Anmerkung. Für Längen und Höhen, die sämmtlich durch metrisches Mass ausgedrückt werden, ist im Texte M. = Meter, KM. = Kilometer, Cm. = Centimeter, Mm. = Millimeter. Die Temperaturangaben sind auf die Centesimalscala bezogen.

I. *Allium ochroleucum* W. et K.

In dieser Pflanze, die schon wegen ihrer eigenthümlichen Verbreitung zu den interessantesten gehört[1], finden wir den Ausgangspunkt für eine Classe von Erscheinungen, die, bei oberflächlicher Betrachtung, unseren bisherigen Vorstellungen über den Einfluss der Wärme auf den Entwicklungsgang der Pflanze scheinbar zuwiderlaufen und ohne Einbeziehung der mit der Wärme in Wechselwirkung stehenden Factoren des Pflanzenlebens nicht verstanden werden können.

Im Laufe von mehreren Jahren, in denen ich mir angelegen sein liess, die genannte Pflanze zu verschiedenen Zeiten an den verschiedensten Localitäten zu untersuchen, gelang es mir, eine Reihe von Thatsachen festzustellen, aus denen das Wechselverhältniss der Factoren Wärme, Licht und Boden in seiner Beziehung zur Entwicklungszeit der Pflanze, in gröberen Umrissen durch eine einfache Discussion gefunden werden kann.

1. Als ich den vergangenen Sommer (1872) den 2000 M. hohen Štoržeč[2], einen Vorberg der Karavanken-Kette etliche Kilometer nördlich von Krainburg, bestieg, fand ich *A. ochr.* in der Höhe von 1700—1800 M. sehr häufig. Die Blüthenknospen waren am 3. August zum grössten Theile schon aus ihren Hüllscheiden hervorgetreten, und einzelne Exemplare standen bereits in voller Blüthe, umgeben von zahlreichen Alpenpflanzen, unter denen *Leontopodium alpinum*, *Pedicularis tuberosa*, *P. Jacquini* und *P. incarnata*, *Hieracium villosum*, *Saxifraga caesia* und *S. crustata*, *Potentilla Clusiana*, *Campanula pusilla* und *C. Zoysii*, *Heliosperma alpestre*, *Bupleurum graminifolium*, *Daphne striata*, *Chamaeorchis alpina*, *Globularia nudicaulis*, *Dianthus silvestris*, *Oxytropis montana* und *Carex firma* die häufigsten waren.

Diese mitvorkommenden Arten sind für die Natur des Standortes viel zu bezeichnend als dass es nöthig wäre, die Bodenart und Lage gegen die Sonne näher zu beschreiben; es sei nur

---

[1] Sie wächst auf den Karavanken und julischen Alpen und deren Ausläufern bis an die Gestade des Meeres häufig; kommt nach übereinstimmenden Angaben auch in den Karpathen vor.

[2] 32°5′ ö. L., 46°20′ n. B.

bemerkt, dass sich dortselbst reichlicher schwarzer Humus am Boden und in den Zwischenräumen des Gesteins vorfindet. Bis zu dieser kahlen und felsigen Region gelangt selten ein Thier von der tiefer unten weidenden Herde.

Das vorausgegangene Frühjahr ist verhältnissmässig warm gewesen, da im Winter nur wenig Schnee gefallen war. Während sonst der Berg bis in den April einen ringsum geschlossenen Schneemantel trägt, war diesmal im Monate April nur in einzelnen schattig gelegenen Vertiefungen einiger Schnee zu sehen. Auch waren die Regen den Sommer hindurch sowohl im Flachland als auch im Gebirge nach Zeit und Ort ziemlich gleichmässig vertheilt, so dass kein Zeitabschnitt während der heissen Sommermonate bezeichnet werden kann, wo die Vegetation im Gebirge an Trockniss gelitten hätte.

2. Von diesen Alpenhöhen, auf denen wir *A. achr.* inmitten einer Kälte liebenden Vegetation sehen können, folgen wir unserer Pflanze weit hinab in die warmen Gegenden von Görz[1]. Hier finden wir sie wieder, etwas fester und steifer von Natur, im Übrigen aber von unverändertem Artcharakter, nicht mehr in Gesellschaft von ***Leontopodium alpinum. Daphne striata, Globularia nudicaulis, Primula integrifolia*** (Wulf), ***Sorbus Chamaemespilus*** etc., sondern als unmittelbare Nachbarin des Öl- und Feigenbaumes, des Weinstocks und der edlen Kastanie, in einer Region, welche mit der oberen Grenze der Mittelmeerflora zusammenfällt und durch eine mittlere Jahrestemperatur von 14° gekennzeichnet ist.

Die Localitäten, an denen ich die Pflanze durch 12 Jahre zu verschiedenen Zeiten beobachtet habe, liegen ungefähr 10 KM. östlich von Görz, im kleinen Weinland des ungefähr 40 KM. langen und 8—14 KM. breiten Wippachthales, das in WO.-Ausdehnung als ein hügeliges Eocänbecken in die Karstwelt hineinragt. Wie fast alle tertiären Landschaften besitzt auch dieses Hügelland, das durchaus der Nummulitenformation angehört, nur eine geringe Elevation (100—150 M. über dem Niveau des Meeres). Es wird von Mergel- und Sandsteinschichten gebildet, die in

[1] Die Stadt liegt 31°17½ ö. L., 45°56′ n. B., 19 KM. von der Küste des adr. Meeres entfernt.

wechselnder Folge, meist in sehr unterbrochener und geknickter Schichtenordnung, fast das ganze Becken ausfüllen. Nur hie und da tritt der Nummulitenkalk deutlich hervor. Der Mergel ist leicht zerreiblich, in den tieferen Lagen bläulich-grau, von theils blätteriger, theils schaliger Structur.

Den Sandstein fand ich als ein bald fein-, bald grobkörniges Gemenge kleiner weisser oder dunkel gefärbter eckiger Quarzstückchen, welche durch ein dichtes glaukonitisches Cement so vollkommen eingeschlossen und so fest zusammengehalten werden, dass das Ganze ein sehr gleichartiges Ansehen bekommt. Im ursprünglichen Zustande grünlich-grau, verwittert dieses Gestein an der Luft sehr leicht, wodurch es eine rostbraune Farbe und ein lockeres Gefüge annimmt. Als Vewitterungsproducte gehen Kalk- und Eisencarbonat ab und es bleibt nach weiterer Auslaugung und mechanischer Zersetzung eine mit vielem feinen und groben Quarzsand versetzte, an Eisenoxydhydrat sehr reiche (daher rostfarbige, gelb-braune) Thonmasse zurück, in der auch mit bewaffnetem Auge keine Spuren von kohlensaurem Kalk wahrgenommen werden können.

Ich werde fortan den Boden, welcher durch diese Zersetzungsproducte ohne sichtbaren Kalk gebildet wird, da er obigen Sandstein zur Unterlage hat, normalen Sandsteinboden nennen, zum Unterschiede von Mergelboden, welcher Kalk und Thon enthält, während der hie und da (jedoch nirgends auf grössere Strecken) emportauchende Nummulitenfels mit seinen Einschlüssen von Nummuliten und Alveolinen, Bivalven und Echiniden zum grössten Theile Kalksubstanz enthält.

Auf dem eben beschriebenen normalen Sandsteinboden wächst nun *A. ochr.* so häufig, dass man in einem Kreise von 20 Schritt Durchmesser stellenweise die Pflanzen nach Hunderten zählen kann. Am häufigsten finden wir sie zwischen Heidekraut *(Calluna vulgaris)*, welches daselbst ein dichtes Gestrüppe bildet. Ebendort wächst auf gleichem Substrat, doch in geringerer Menge, die Schnabelheide *(Erica carnea)*. Bezeichnend sind für diese Bodenart noch insbesondere *Cytisus nigricans*, *Orobus niger* und *Pteris aquilina*, ferner *Molinia coerulea*, *Serratula tinctoria*, *Hieracium barbatum* (Fries), *Anthericum ramosum* und *Platanthera bifolia*. Von charakteristischen Moosen führen

wir an: *Atrichium undulatum, Polytrichum formosum, urnigerum* und *aloides*, Arten, welche fast auf jedem Heideboden vorkommen.

Allein es muss bemerkt werden, dass die hier angeführten Arten nur für diesen speciellen Fall den Thon und Sandstein bezeichnen, indem ich sie bisher im Wippachthale noch nie auf typischem Kalk oder Mergel gefunden habe.

Anthericum ramosum wird sonst in anderen Gegenden ebenso häufig auf Kalk angetroffen und *Platanthera bifolia* kommt im Gebirge auf Humus mit rein kalkiger Unterlage vor. Dasselbe gilt von *Orchis sambucina*, einer treuen Begleiterin unseres *A. ochr.* auf normalem Sandsteinboden im Wippachthale, von *Gentiana asclepiadea, Doronicum austriacum, Dianthus barbatus* und *Hypericum hirsutum.* Keine dieser Pflanzen, die bekanntlich im Gebirge auf kalkigem Substrate wachsen und im Wippachthale auf normalem Sandsteinboden sehr verbreitet sind, am häufigsten aber unmittelbar bei Görz vorkommen, tritt hier auf den benachbarten Mergelboden über, obschon dieser an vielen hundert Stellen mitten im Sandsteingebiet inselartig hervortritt und viel mehr Kalksubstanz enthält als der Sandstein und seine Zersetzungsproducte. Dagegen bevorzugt *Aster Amellus*, eine Pflanze, die ich sonst nur auf Kalk gefunden habe, im Bereich der Nummulitenformation offenkundig den Mergel.

Indessen verhalten sich die Arten, welche hier den ihnen sonst entsprechenden Kalkboden mit den kalkfreien oder sehr kalkarmen Verwitterungsproducten des Numulitensandsteins vertauscht haben, hinsichtlich ihrer Entwicklungszeiten sehr verschieden. Während z. B., um eine Art nur zu erwähnen, *Orchis sambucina*, jene treue Begleiterin unseres *A. ochr.* auf dem bezeichneten Sandsteinboden, schon in den ersten Tagen des März zur Blüthe gelangt, 8 Wochen früher als in dem benachbarten über 1000 M. hohen Trnovaner Gebirge und mehr denn 10 Wochen früher als in der oberen Wiesenregion der Karavanken zwischen 1000 und 1500 M. Seehöhe, finden wir *A. ochr.* auf normalem Sandsteinboden östlich von Görz niemals vor dem 10. September blühen.

Ich fand den vergangenen Sommer das erste blühende Stück am 8. September, doch war dasselbe vereinzelt und ausserdem

sehr verkümmert; erst eine Woche später fand sich ein zweites. Der wahre Anfang der Blüthe trat aber gegen den 18. September ein. An schattig gelegenen Orten blühte die Pflanze bedeutend später.

Nach 12jähriger Beobachtung finde ich den Anfang der Blüthe für freie und sonnige Positionen durchschnittlich zwischen dem 10. und 26. September, für die schattigste Lage fällt aber derselbe zwischen den 23. September und 7. October. In wärmeren, beziehungsweise trockeneren Sommern blüht die Pflanze mehrere Tage früher als nach kühlern, beziehungsweise nasseren Sommern. Was das Jahr 1872 betrifft, so war dieses der vielen Sommerregen wegen ein nasses zu nennen; im Mai und Juni waren die Regen sehr häufig, und im Juli folgte eine kaum 8tägige (perennirenden Pflanzen in tiefgründigem Boden gar nicht schädliche) Trockniss. Gegen Ende Juli fiel wieder reichlicher Regen, während der Spätsommer bis zum 21. September regenlos war. Sollte es dennoch möglich sein, dass jene geringe Trockniss im Monate Juli und September auf die Entwicklung der Blüthe von *A. ochr.* nachtheilig oder verzögernd wirkte, so werden wir darüber Gewissheit erlangen, wenn wir unseren Blick nach solchen Standorten der Pflanze richten, wo der Boden bei freier Position und intensiver Beleuchtung den Sommer hindurch eine reichlichere und beständigere Feuchtigkeit beibehält, bei leichter Durchdringlichkeit des Erdreiches und freiem Abzug des Wassers. Es sind mir mehrere solche beschränktere Localitäten bekannt; die Pflanze hat dort keinen Augenblick (im vergangenen Sommer) an Trockniss gelitten. Am Nordfusse einer frei gelegenen kleinen Terrasse empfing sie z. B., um einen speciellen Fall anzuführen, im Sommer 5—6stündiges directes Sonnenlicht; allein dennoch blühte sie an dieser niemals trockenen Stelle 6—8 Tage später als an der dürrsten mir bekannten Örtlichkeit, die eine Neigung gegen Mittag hat.

Ich vermag aus dieser Thatsache, die sich im Gebiete des Nummulitensandsteins unzählige Male wiederholt, nichts Anderes zu folgern als die Gewissheit, dass die Pflanze unter solchen Umständen ein enorm hohes Wärmebedürfniss besitzt, indem die dortselbst vorkommenden normalen Temperaturen noch nicht so hoch sind, dass eine mässige Erhöhung derselben auf die Ent-

wicklung der Blüthe verzögernd wirken müsste. Gleichzeitig kann aus dem Vorgebrachten ersehen werden, dass unsere Pflanze, was ihr Feuchtigkeitsbedürfniss anbelangt, zu den genügsamsten gehört.

Man wird leicht begreifen, wie sehr ich es wünschte, der Pflanze unter solchen klimatischen Verhältnissen auch auf anderem Substrate zu begegnen. Nachdem ich aber im Laufe mehrerer Jahre alle mir zugänglichen Localitäten mit typischem Nummulitenkalk und Mergel im Sandsteingebiete besucht hatte, ohne *A. ochr.* gefunden zu haben, muss ich annehmen, dass die Pflanze solche Bodenart meidet. Es schien mir auch lange Zeit ohne einen Culturversuch unmöglich, zu erfahren, wie sich dieselbe zum Humusboden verhält, da ein solcher an Stellen, wo *A. ochr.* wächst, nirgends vorkommt. Nichtsdestoweniger glaube ich nun auch darüber einigen Aufschluss geben zu können.

Alle Hügel und Anhöhen, auf denen die in Rede stehende Art vorkommt, sind mit lichter Eichenwaldung bewachsen. Da nun die Bäume nahe über dem Boden und grossen Theils in gleicher Höhe mit dem Niveau des Bodens abgestockt werden, so bildet sich in dem übrig bleibenden Stumpfe, da er mit der Zeit inwendig durch das einsickernde Wasser morsch und faulig wird, eine mit schwarzem Mulm, einer Art Dammerde, gefüllte Höhlung, in welcher nach und nach verschiedene spontan angesiedelte Pflanzen Aufnahme finden. Gelang es mir *A. ochr.* unter diesen letzteren zu finden, so war damit das einfachste und unzweideutigste Auskunftsmittel gegeben. Nach vielem Suchen traf ich den 27. September die Pflanze wirklich an drei weit von einander entfernten Stellen in vier Exemplaren unter den bezeichneten Verhältnissen in reinem schwarzem Mulm. An allen drei Stellen fand sich nun die Pflanze genau auf derselben Entwicklungsstufe wie in der nächsten Umgebung auf ganz mineralischem Substrat, und ich konnte mich so genau überzeugen, dass wenigstens diese specielle Art von Humus auf *A. ochr.* nicht anders wirkt als die Zersetzungsproducte des Nummulitensandsteins.

3. Es ist noch nicht einzusehen, wie sich die im vorigen Abschnitte dargelegten Thatsachen mit der frühzeitigen Entwicklung unserer Pflanze auf den Alpenhöhen der Karavanken

zusammenreimen. Man muss mit Verwunderung fragen, warum die Temperaturen im Hügelland östlich von Görz, welche anscheinend dem Optimum viel näher stehen als jene in der Seehöhe von 1700 M. auf dem Berge Štoržeč, beiweitem keine so schnelle Entwicklung der Blüthe bewirken als jene verhältnissmässig so niedrigen Temperaturgrade auf dem bezeichneten Berge, und unsere Verwunderung ist umsomehr gerechtfertiget als wir nun wissen, dass weder Mangel an Feuchtigkeit der Luft und des Bodens, noch Mangel an Humus die Ursache davon ist.

In dem Lichte, gegen welches *A. ochr.* sehr empfindlich zu sein scheint, da sich seine Blüthenknospen nur während des Tages öffnen und die Pflanze in ihrem Vorkommen tiefschattige Stellen meidet, haben wir zwar einen mächtigen Factor, dessen beschleunigender Einfluss auf das Wachsthum der Blüthentheile nicht unterschätzt werden darf. Ich habe aus dem Grunde bei der Beurtheilung der möglichen oder wahrscheinlichen Wirkungen der Temperatur, des Bodens und der Feuchtigkeit, da wir kein absolutes und verlässliches Mass für deren richtige Schätzung besitzen, auf möglichst gleiche und gleichartige Insolations- und Helligkeitsverhältnisse Bezug genommen; allein wo ein Ausschlag zu Gunsten des Lichtes zu constatiren war, da hatte stets auch die den höheren Lichtgrad begleitende höhere Temperatur einen Antheil an dem Resultate. Alles genau erwogen, muss ich die Überzeugung aussprechen, dass jener höchst bedeutende Unterschied in den Entwicklungsepochen unserer Pflanze in den beiden Gegenden weder durch die Einzelwirkung von Temperatur, Licht und Feuchtigkeit, noch durch deren gemeinsames Zusammenwirken erklärt werden kann, und dass auch das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Humus ohne das Hinzutreten eines neuen Factors mit der wahren Ursache dieser räthselhaften Erscheinung nichts gemein habe.

Die wahrscheinlichste Ursache jener Verspätung der Blüthe von *A. ochr.* auf normalem Sandsteinboden müsste demnach in einer wenig fördernden Wirkung des Substrats zu suchen sein. Eine Probe dieser Bodenart, bestehend aus circa 10 Gramm von den Zersetzungsproducten des Nummulitensandsteins auf doppelt so viel Wasser, welches mit Salzsäure versetzt wurde, gab, 24 Stunden lang digerirt und mit oxalsaurem Ammoniak geprüft,

selbst nach bedeutender Concentration der Lösung durch Eindampfen, keine Reaction auf Kalkerde, woraus allerdings auf die gänzliche Abwesenheit der letzteren nicht geschlossen werden kann. Denn wenn man die Asche von altem abgestorbenem Heidekraut *(Calluna vulgaris)*, welches auf diesem Boden neben und mitten zwischen *A. ochr.* gewachsen ist, in gleicher Weise behandelt, so findet man darin nicht weniger als 9 Percent Calcia, eine verhältnissmässig sehr beträchtliche Menge, welche als das Resultat einer mehrjährigen sehr langsamen Anhäufung betrachtet werden muss. Da ich indessen die Asche von *A. ochr.* selbst noch nicht untersucht habe, so kann ich mir über die Zusammensetzung derselben einstweilen kein bestimmtes Urtheil bilden, vermuthe aber, dass diese Pflanze in ihren oberen einjährigen Theilen im Verhältniss zur Trockensubstanz viel weniger mineralische Bestandtheile enthalten wird als altes Heidekraut.

Von der grössten Wichtigkeit für die Aufklärung des merkwürdigen Verhaltens unserer Pflanze ist jedenfalls das Vorkommen derselben an den felsigen Ufern des Isonzo bei Görz. Daselbst beobachte ich sie ebenfalls schon seit 12 Jahren. Sie wächst auf den grossen Felstrümmern von festem Kalkconglomerat (weniger auf weichem erdigen Boden) nahe am Wasser. Das Substrat ist durchaus kalkiger Natur und enthält kaum nennenswerthe Mengen von Humus.

Was die klimatische Beschaffenheit dieser Localitäten betrifft, so lässt sich zunächst nur so viel sagen, dass sie im Sommer kälter gelegen sind als die Anhöhen im östlichen Weinland, von denen oben die Rede war. Ein Beweis dafür sind die zahlreichen dort angesiedelten Gebirgspflanzen, wie *Tofjeldia calyculata, Bellidiastrum Michelii, Paederota Ageria, Dentaria enneaphyllos, Potentilla caulescens, Hieracium porrifolium, Cytisus purpureus, Biscutella laevigata, Carex ornithopoda, Epilobium montanum, Petasites niveus, Selaginella helvetica, Campanula caespitosa* und andere Pflanzen, welche längs der Ufer des Isonzo allgemein verbreitet sind und wohl im höheren Gebirgsland, aber nicht auf dem südlichen, 300—400 M. hohen Karstplateau vorkommen. Allerdings finden wir neben ihnen auch südliche Arten, wie *Ferula galbanifera, Asparagus acutifolius, Ruscus aculeatus, Celtis australis, Quercus Ilex, Pistacia Terebinthus, Bupleurum junceum, Adian*

thum Capillus Veneris und wilde Feigenbäume, weil ihnen die hohen Felsenufer gegen die kalten und allzutrockenen Ost- und Nordostwinde im Winter hinreichenden Schutz gewähren; allein im Sommer wird die Temperatur durch die Nähe des Wassers, welches in den heissesten Monaten nicht mehr als 16—18° hat, beträchtlich herabgedrückt.

Ich richtete darum meine Aufmerksamkeit gerade auf jene Exemplare von *A. ochr.*, welche auf den aus dem Wasser hervorragenden Felsblöcken vorkommen, und dachte wohl, es müsse die beständige Feuchte, welche den Felsen durchdringt, der Pflanze im Sommer zum Vortheile gereichen. Allein je näher am Wasser, desto später gelangt dieselbe zur Blüthe, auch wenn sie auf der Sonnenseite des Felsens gelegen ist. Unzählige Male konnte ich mich überzeugen, dass das volle Sonnenlicht zwar einen merklich beschleunigenden Einfluss auf die Entwicklung der Blüthe ausübt, dass aber dieser Vortheil durch die kühlende Nähe des Wassers mehr als aufgehoben wird.

In sehr warmen Sommern fand ich die ersten Blüthen an den wärmsten und sonnigsten Stellen zwischen den 5. und 10. September, in kühlen regenreichen Sommern zwischen dem 10. und 17. September. Im Ganzen blüht die Pflanze hier in den wärmsten Jahren 8—10 Tage früher als auf dem normalen Sandsteinboden; in nassen Sommern, wie der letztvergangene, beginnt sie ungefähr zu derselben Zeit zu blühen wie auf dem bezeichneten Sandsteinboden im Weinland des Wippachthales. Sie müsste aber nach ihrem uns nun bekannten Verhalten gegen die Temperatur diesen Sommer später, mindestens 1—2 Wochen später als an den Localitäten des im vorigen Abschnitte beschriebenen Hügellandes geblüht haben.

Wo ist nun der Ersatz für die im Isonzo-Thale der Pflanze in geringerem Masse zukommende Wärme zu suchen? Wir denken, es müsse derselbe in einer günstigen Eigenschaft des Bodens liegen und nehmen an, dass der Kalk der Unterlage auf das Wachsthum und den Entwicklungsgang der Pflanze beschleunigend wirkt. Diese Annahme wollen wir wenigstens solange beibehalten als sie durch die nächsten Thatsachen unterstützt wird.

Nun müssen wir fragen, wie kommt es, dass *A. ochr.* am Isonzo bei Görz erst im September blüht, während diese Pflanze

auf den Alpenhöhen der Karavanken schon zu Anfang des Monates August ihre Erstlingsblüthen entfaltet? Ist die Kalkunterlage an den Ufern des Isonzo in mineralogischem Sinne nicht gleichartig mit jener der bezeichneten Alpenhöhen und benachbarten Gebirge?

In Betriff dieser letzteren Frage werden keine Zweifel obwalten, denn die Geschiebe am Isonzo bei Görz, welche, durch festes Kalkcement mit einander verbunden, die steile 20—30 M. hohen Felswände und die zahlreichen davon abgerissenen Trümmer bilden, stammen von den Gebirgen im Quellgebiete des Flusses, worauf einzelne eingestreute Grünsteine und phorphyrartige Geschiebe hinweisen. Nun sind die Gebirge am oberen Isonzo (von theils dolomitischer, theils mehr kalkartiger Zusammensetzung) petrographisch und physiognomisch mit den Karavanken gleichartig und besitzen auch eine dieser Übereinstimmung entsprechende Flora. In der physischen und chemischen Constitution der Unterlage wird somit die Ursache, warum *A. ochr.* am Isonzo bei Görz 5 Wochen später blüht als auf der Seehöhe von 1700 M. in der Gebirgskette der Karavanken, wohl nicht zu suchen sein, und wir werden in der Folge Gelegenheit haben, uns noch fester davon zu überzeugen.

4. Im Obigen haben wir angenommen, dass die Entwicklung der Blüthen bei *A. ochr.* durch den im Boden enthaltenen Kalk gefördert werde. Da aber die Blüthezeiten der Pflanze am Isonzo bei Görz und auf den Alpen nördlich von Krainburg um volle 4—5 Wochen differiren, so reicht diese Annahme keineswegs für alle hier in Betracht kommenden Fälle aus, und wir müssen uns neuerdings nach einem weiteren Factor umsehen, den wir in das verwickelte Labyrinth der Thatsachen einführen. Doch wo liegt die unbekannte Grösse, durch deren Auffindung obige Widersprüche ihres paradoxen Ansehens entkleidet werden? Umsonst suchen wir sie in den Verhältnissen der Temperatur, des Lichtes, der Feuchte der Luft und des Bodens, umsonst auch in der nährenden Kraft des Humus, wenigstens solange diese nicht durch einen begünstigenden und vermittelnden Umstand unterstützt wird.

Wenn wir aber an dem fördernden Einflusse des Kalkes als einer angenommenen Thatsache festhalten und die Beziehungen

des Kalkes zu den im Boden und in der Atmosphäre enthaltenen Nährstoffen der Pflanze näher ins Auge fassen, so können wir, indem wir den Humus auch einbeziehen, nicht weit vom Ziele sein.

Es kommt nämlich bei der Beurtheilung der Wirksamkeit des Bodens im vorliegenden Falle nicht blos auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Kalkes, der in der Bodenkrume gemeiniglich als kohlensaurer Kalk vorkommt, sondern auch auf jene Bedingungen und Modalitäten an, unter denen die Pflanze von demselben mehr oder weniger Gebrauch macht. Wir müssen daher nach den Mitteln fragen, durch welche der Kalk in seine lösliche Form als Kalkbicarbonat übergeführt wird, so dass er durch die Wurzeln der Pflanze aufgenommen werden kann. Ein solches Mittel ist aber offenbar der Humus, welcher durch seine langsame Zersetzung beständig Kohlensäure entwickelt. Diese aber vermag bei Gegenwart von Wasser im Boden stets eine entsprechende Menge von kohlensaurem Kalk (als Bicarbonat) in Lösung zu erhalten. Aber die Fähigkeit des Wassers, kohlensauren Kalk unter Mitwirkung der Kohlensäure aufzulösen, ist in bedeutendem Grade von der Temperatur abhängig und ist bei niedriger Temperatur grösser als bei höherer, indem beim Erwärmen einer gesättigten Lösung von Kalkbicarbonat ein Theil der Kohlensäure unter Bildung eines Niederschlags von kohlensaurem Kalk entweicht.

Aus dem Grunde wird der feuchte Boden in den Alpen und Voralpen nicht blos darum eine grössere Menge von Kalkbicarbonat enthalten, weil dort eine mehr oder minder mächtige Humusschichte den felsigen Kalkboden als eine beständig thätige Quelle für Kohlensäure überlagert, sondern auch vorzüglich darum, weil sich darin die Kohlensäure wegen der verhältnissmässig niedrigen Temperatur des Bodens leichter ansammelt. Man erwäge z. B. nur die Thatsache, dass Wasser von 4° 1·5 Volumen Kohlensäure aufnimmt, bei 15° aber nur 1 Volumen. Der Humus wirkt überdies wie ein Wasser aufsaugender und festhaltender Schwamm, in welchem sich die Lösung des Kalkes gleichmässig vertheilt. Wenn wir auch noch hinzufügen, dass dem Humus eine beträchtlich grössere Wärmecapacität zukommt als dem rein mineralischen Boden, wodurch die dem Wachsthum schädlichen raschen Temperaturschwankungen des Bodens ver-

mieden werden, so wird es nicht schwer einzusehen, wie sehr die Pflanzen in den Alpen und Voralpen im Sommer im Vortheile sind im Vergleich zu jenen der Niederungen und insbesondere der südlichen Gegenden.

Wir gingen hier von der Voraussetzung aus, dass das Kalkbicarbonat im Boden (wenigstens bei den sogenannten kalksteten und kalkholden Pflanzen) wie ein Nahrungsstoff wirkt, der das Wachsthum und die Entwicklung der Pflanze fördert; es bleibt aber unentschieden, ob diese Förderung auf Rechnung des Kalkes, der Kohlensäure, oder auf Rechnung beider Bestandtheile geschieht. Wohl denkbar, und auch wahrscheinlich ist es, dass sich die Pflanzen je nach Art und Gattung diesen Agentien gegenüber verschieden verhalten. Am meisten werden natürlich unter sonst gleichen Verhältnissen diejenigen Arten in den Alpen und Voralpen im Vortheile sein, welche sich den Kalk und die Kohlensäure zu Nutzen machen. Wegen seiner verhältnissmässig so raschen Entwicklung im Gebirge dürfte *A. ochr.* in diese letztere Kategorie gehören.

Wenn aber in den kälteren und im Sommer feuchteren Klimaten der höheren Kalkgebirge durch mächtige Humusablagerungen und eine niedrigere Temperatur alle wesentlichen Bedingungen für eine reichliche Bildung von Kalkbicabornat gegeben sind, einer Verbindung, welche einen Theil der Kohlensäure sehr leicht an die Pflanze abgibt, so wird dieser wichtige Process dort auch noch dadurch gefördert, dass die Lösung des Kalkes selbst freie Kohlensäure aus der Umgebung anzieht und festhält, wodurch sie zu einem für die Ökonomie der Pflanze höchst bedeutsamen Motor wird, indem durch die rasche Aufnahme neuer Kohlensäure aus der Luft und dem Boden der durch den Verbrauch entstehende Verlust schnell ersetzt wird. Es ergibt sich das Gesagte aus mehreren, zwar wohl bekannten, aber bis jetzt nicht genug gewürdigten Thatsachen, von denen wir indessen nur folgende zwei erwähnen.

Reines (destillirtes) Wasser nimmt, wenn man es, vor Staub geschützt, noch so lange in freier Luft stehen lässt, nie so viel Kohlensäure aus der Luft auf, dass man mit Kalkwasser einen deutlichen Niederschlag erhielte, während alle stehenden Gewässer auf kalkhältigem Grunde nebst Kalkbicarbonat auch eine

bald grössere bald geringere Menge mit Kalkwasser leicht nachweisbarer freier Kohlensäure enthalten. Schüttet man aber in etwa 10 Gramm reines Wassers etliche Centigramm fein zerriebene Kreide und lässt das Ganze in offenem Gefässe an einem ruhigen Orte des Zimmers stehen, so löst das Wasser schon in 8 Tagen so viel von dem eingestreuten kohlensauren Kalk auf, dass man nach sorgfältigem Filtriren der Lösung durch Behandlung mit oxalsaurem Ammoniak einen sehr deutlichen Niederschlag erhält. Nach weiteren 8—10 Tagen gibt die Lösung, mit Kalkwasser versetzt, eine unzweideutige Reaction auf freie Kohlensäure. Die letztere stellt sich um so früher ein, wenn man das Wasser einige Male (in Zeitintervallen von 1—2 Tagen) gut umgerührt hat, dass es milchig wurde.

Ausserdem habe ich den im zweiten Abschnitte beschriebenen schwarzen Mulm, auf dem ich *A. ochr.* an drei Stellen wachsend angetroffen hatte, einem ähnlichen Versuche unterzogen, indem ich 3 Grm. davon mit circa 8 Grm. reines Wasser 15 Tage lang in einem Zimmer bei 14—16° stehen liess, konnte aber in dieser Zeit in der Lösung weder Spuren von Kalkbicarbonat, noch Spuren von freier Kohlensäure auffinden.

5. Möge dieses indessen wie immer gedeutet werden, es bleibt doch nun eine kaum zu widerlegende Thatsache, dass der Humus, wo er auf kalkigen Grunde vorkommt, für unsere Pflanze ein sehr wirksames Förderungsmittel des Wachsthums und der Entwicklung enthält. Als eine weitere Stütze dieser hier ausgesprochenen Ansicht kann ich auch die Resultate meiner im Jahre 1868 eigens in dieser Richtung angestellten Beobachtungen anführen.

Damals begann *A. ochr.* auf dem normalen Sandsteinboden östlich von Görz den 24. September, an den Isonzo-Ufern nicht weit davon am 10. September zu blühen; aber auf dem 630 M. hohen fast ganz kahlen S. Valentini-Berge[1] fand ich die Pflanze ganz oben schon den 31. August in der Erstlingsblüthe. In ihrer nächsten Nähe wachsen folgende, den felsigen Boden und die Lage des Standortes bezeichnende Arten: *Seseli Gouani. Trinia*

[1] Der Berg S. Valentini, ein Vorberg des hohen Karstes, liegt am r. Ufer des Isonzo, ungefähr 4 KM. nördl. von der Stadt Görz.

vulgaris, Dianthus silvestris, Astragalus vesicarius, Asphodelus albus, Molopospermum cicutarium, Convallaria Polygonatum, Allium fallax, Genista sericea und *G. diffusa, Centaurea rupestris, C. axillaris, Daphne alpina, Cotoneaster tomentosus, Spiraea ulmifolia, Primula suaveolens* und *P. Auricula, Echinops Ritro, Saxifraga crustata, Plantago Victorialis, Linum narbonense, Betonica Alopecurus, Hieracium villosum, Salix grandifolia, Medicago Pironae, Silene Saxifraga, Sesleria coerulea, Rhamnus rupestris, Ruta divaricata.* Unter diesen Arten finden wir manche echte Gebirgspflanze.

A. ochr. wächst hier nur auf der Südseite des Bergrückens, wo der kahle felsige Boden frei den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Daselbst dringen seine Wurzeln tief in das Gestein, dessen Spalten und Zwischenräume mit schwärzlichem Humus angefüllt sind.

An das Wippachthal schliesst sich im Norden unmittelbar der hohe Karst an. Sein weit ausgedehnter Rücken (1000 M. über dem Meere) ist mit Buchen, Fichten und Tannen dicht bewaldet; die höchsten Kuppen erreichen eine Seehöhe von 1400—1600 M. Doch ist die gegen das Wippachthal steil abfallende Südseite über dem Gürtel der flaumigen Eiche (*Q. pubescens*) fast ganz kahl. Hier nun an dieser kahlen felsigen Bergwand begegnet uns *A. ochr.* wieder. Seine Verbreitung geht bis nahe 800 M. Seehöhe herab und steigt nach oben bis zur höchsten Randkuppe des Gebirges (Čavn, 1300 M.) über der Ortschaft Osek (ungefähr 11 KM. östl. von Görz).

An der oberen Grenze finden wir *A. ochr.* in Gesellschaft von echten Gebirgspflanzen, wie *Rubus saxatilis, Gnaphalium Leontopodium, Salix glabra* und *S. grandifola, Lonicera alpigena Aconitum variegatum, Rhamnus carniolica* Kerner (*R. alpina* Aut.), *Senecio Doronicum. Chrysanthemum montanum, Hladnikia pastinacifolia, Euphrasia salisburgensis, Viola pinnata. Ranunculus montanus, Saxifraga crustata* u. a. Etliche dieser Arten gehen bis zur unteren Grenze unserer Pflanze herab. Erwähnenswerth sind insbesondere als Begleiter der letzteren *Hieracium glaucum, Aster Amellus, Satureja montana* und *S. illyrica,* sowie die meisten jener für den Berg S. Valentini bezeichneten Gebirgspflanzen. Gegen die untere Grenze zu enthält der Boden weniger Humus als weiter oben; auch ist dieser dort magerer und weniger

dunkel gefärbt, nimmt aber nach oben an dunkler Farbe und Fettigkeit zu. In der Seehöhe von 1000—1300 M. ist die Humusschicht spannendick, zwischen lockerem Gestein noch viel mächtiger. Und hier war es, zwischen 1000—1200 M., wo ich im Jahre 1868, die ersten blühenden Exemplare von *A. ochr.* schon den 17. August gefunden habe. In den tieferen Regionen blühte die Pflanze später, und an der unteren Grenze ihres Vorkommens, bei 800 M., entfaltete sie erst den 28. August ihre Erstlingsblüthen. Zu dieser Zeit hatten an den höchst gelegenen Standorten viele Exemplare schon abgeblüht, wenngleich manche wegen der horizontalen Lage des Bodens ein schwächeres Licht empfingen als jene an den unteren, der Sonne zugewendeten Gehängen des Berges.

Zwei Ausflüge in die Gegend von Čepovan (Chiapovano) und Tribuša, 20—24 KM. n. ö. von Görz, in den Sommern 1867 und 1868 hatten mir Gelegenheit gegeben. *A. ochr.* auch in dieser interessanten Gebirgslandschaft kennen zu lernen. In Betreff der topographischen Einzelheiten und hinsichtlich der physiognomischen Beschaffenheit und Gestaltung des Bodens verweise ich auf meinen Bericht über die Bereisung jener Gegend Anfangs August 1867 in den Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Jahrgang 1868. Hier möge nur erwähnt werden, dass sich obige Landschaft im Süden an den hohen Karst anlehnt. Durch ein 1200—1300 M. hohes Gebirgsplateau gegen Süden abgeschlossen, ist sie für die vom Meere kommenden warmen Winde unzugänglich und öffnet sich frei nur nach Nord und Nordwest, wodurch klimatische Verhältnisse geschaffen werden, welche von denen der Görzer Karstgebirge gänzlich verschieden sind.

Nur so wird man begreifen, wie dort bei einer Elevation von kaum 500—700 M. über dem Meere eine ganz typische Voralpenflora mit *Rhododendron hirsutum*, und *Rh. Chamaecistus*. *Rubus saxatilis*, *Asperula longiflora*, *Carex firma*, *Viola pinnata* und *V. biflora*, *Soldanella minima*, *Salix glabra*, *Rhamnus carniolica* etc. gedeihen kann. Auf kreideweisser, magnesiahältiger Kalksteinunterlage, die mit einer mächtigen Schicht von schwarzem, fett anzusehenden Humus bedeckt ist, wächst *A. ochr.* mit zahlreichen Gebirgspflanzen, von denen wir als die bezeichnendsten

Valeriana saxatilis, Homogyne silvestris, Rhamnus pumila, Dianthus silvestris, Primula carniolica, Carex tenuis und *C. mucronata, Cytisus radiatus. Euphrasia salisburgensis, Carduus defloratus* und *Viola pinnata* anführen. Dortselbst kommen von anderen mehr verbreiteten Arten vor: *Calluna vulgaris, Convallaria majalis, Biscutella laevigata, Aster Amellus* und *Scabiosa Succisa.*

Für die freiesten und sonnigsten Örtlichkeiten, wie solche *A. ochr.* überhaupt allen andern vorzieht, fiel der Anfang der Blüthe in beiden Jahren zwischen den 5. und 8. August. In Bezug auf die Blüthezeit unserer Pflanze kommt also die Gegend von Čepovan und Tribuša den Alpenhöhen der Karavanken nördlich von Krainburg am nächsten. Nirgends konnte ich wahrnehmen, dass ihre Entwicklungsdauer von einem grösseren oder geringeren Magnesiagehalte des Bodens irgendwie abhängig wäre.

6. Ähnlich wie *A. ochr.* verhalten sich die Arten *Gentiana asclepiadea* und *Senecio Fuchsii,* doch finde ich die fördernde Wirkung des Kalkes bei diesen geringer. Beide sind unter sehr verschiedenen klimatischen Verhältnissen, und zwar auf den Voralpen und höheren Gebirgen auf humusreichem Kalksubstrat und im warmen tertiären Hügelland bei Görz auf normalem Sandsteinboden beobachtet worden.

Es wurde ferner ein ähnliches Verhalten für *Aconitum variegatum, Artemisia vulgaris* und *A. camphorata* gegen einen humusfreien Kalkboden in wärmeren und gegen einen humusreichen Kalkboden in kälteren Regionen nachgewiesen. Auch die frühzeitige Blüthe bei *Aster Amellus* in den Voralpen im Vergleich mit der viel langsameren Entwicklung dieser Pflanze auf dem Mergel des Nummulitensandsteins bei Görz gehört in diese Gruppe von Erscheinungen. (Man vergl. „Studien" l. c. p. 46—60 und p. 85—92.)

II. Colchicum auctumnale.

Keine unserer heimischen Pflanzen können wir unter so verschiedenen klimatischen Verhältnissen zu gleicher Zeit blühen sehen als die Herbstzeitlose. Anfangs einzeln, nach und nach häufiger und endlich truppenweise erscheint sie im Monate

August nicht blos auf den Wiesen, Auen und Triften der Niederungen Mitteleuropas, sondern auch im Gebirge und selbst auf einzelnen Grasplätzen der Voralpen; am meisten aber werden wir überrascht, wenn sie uns gleichfalls im August in dem gleichen Entwicklungsstadium auch im Hügelland und in den Niederungen Südeuropas begegnet, wo die Weinrebe in der Nachbarschaft des Öl- und Feigenbaums, des Lorbeers und der Cypresse, so wie zahlreicher anderer Mittelmeerpflanzen schon im Juli und August ihre Früchte zur Reife bringt.

Es kam mir darum bisweilen vor, als ob es dieser Pflanze gegeben wäre, sich gewissermassen von dem Einflusse grösserer Temperaturunterschiede frei zu halten. Doch erst auf Grund nachfolgender Culturversuche, die ich den vergangenen Sommer theils in Krainburg, theils in Görz angestellt habe, lässt sich, vielleicht nicht mit voller Berechtigung, eine wissenschaftliche Interpretation dieser Erscheinung versuchen.

Erster Versuch.

Den 24. Juni (1872) wurden etliche Zwiebeln von *Colchicum* nächst Krainburg ausgegraben. Die Localität liegt mitten in einer kleinen Thalmulde auf tiefgründigem Boden, welcher im Sommer von 6 oder 7 Uhr Morgens bis circa 3 bis 4 Uhr nach Mittag direct von der Sonne Licht und Wärme empfängt. An den Zwiebeln hingen noch die bereits entleerten und vertrockneten Fruchtkapseln (Bälge), von gelben, theilweise schon abgestorbenen Blättern umgeben, die sammt den abgelebten Wurzeln ihre Functionen eben beendet hatten. Hinter den umhüllenden (saftigen) Häuten lag tief unten die Blüthenknospe, kaum von der Grösse eines Hanfkornes.

Diese Zwiebeln wurden zu weiterem Gebrauche in einem Blumentopfe mit mässig feuchter Erde aufbewahrt, und zwar an einem schattigen Orte mit 19—25° Temperatur.

Am 1. Juli versetzte ich zwei Stück in ein Gefäss aus verzinntem Eisenblech von 10·5 Cm. Höhe und 7·5 Cm. Durchmesser mit siebartig durchstochenem Boden; ich setzte dieselben 7 Cm. tief und füllte das Gefäss mit guter Gartenerde, die fortan gleichmässig feucht gehalten wurde. Hierauf wurde das Gefäss über eine schwache Weingeistflamme aufgehängt und die Tempera u

im Innern des Gefässes mittelst eines Thermometers, dessen Kugel zwischen den Zwiebeln stand, und eines Schiebers am Gestelle (zum Höher- und Tieferstellen) derart regulirt, dass sie grösstentheils auf 31—38° stand. Das Ganze wurde in einem Locale zu ebener Erde mit 21—22° (eine Temperatur, welche das Locale durch den ganzen Monat Juli behielt) und beständig feuchter Luft aufgestellt.

Am 15. Juli wurden die Zwiebeln herausgenommen und deren Blüthenkeime nach behutsamer Trennung (nicht Entfernung) der locker anliegenden braunen Häute besichtiget. Beide Zwiebeln waren gesund, aber die Blüthenknospen hatten kaum um 3—7 K-Mm. an Volumen zugenommen. Nur bei einer Zwiebel hatte der Keim die dünne durchscheinende Hüllmembran bereits durchbrochen.

Im Laufe der 14tägigen Exposition kamen allerdings nicht unbedeutende Temperaturschwankungen vor, indem das Thermometer einmal (etliche Stunden) bis auf 40° gestiegen und ein anderesmal auf 21° gesunken war, allein viel mehr als die Hälfte dieser Zeitdauer blieb die Temperatur zwischen 31 und 35°.

Noch an demselben Tage (15. Juli) untersuchte ich auch einige der übriggebliebenen *Colchicum*-Zwiebeln an dem Orte ihres Vorkommens in jener oben erwähnten Thalmulde, und siehe, es zeigte sich, dass sie in der Fortentwicklung ihres Blüthenkeimes mit den zwei Versuchspflanzen über der Weingeistflamme fast gleichen Schritt hielten. Sie lagen in einer Tiefe (14—17 Cm.), deren Temperatur an jenem Tage um 7 Uhr Abends 25° betrug, da mehrere warme Sonnentage vorausgegangen waren. In freier Luft zeigte das Thermometer gleichzeitig an einem schattigen Orte daneben 19°. Man kann annehmen, dass die höchste Temperatur während des Monates Juli an dieser Stelle (wo nämlich die *Colchicum*-Zwiebeln ausgegraben worden waren) in der Tiefe von 14—17 Cm. jedenfalls 26° nicht überschritt.

Es hatten also die Temperaturen über 26° zur Weiterentwicklung des Blüthenkeims, so viel sich jetzt sagen lässt, unmittelbar nichts beigetragen.

Den 22. Juli wurden die Zwiebeln neuerdings aus dem Gefässe herausgenommen. Es zeigte sich, dass die Blüthenkeime einen ziemlich merklichen Fortschritt gemacht hatten; der eine

von den zwei Keimen trat aus der äusseren pergamentartigen (bräunlichen) Hüllhaut hervor und der andere ist sichtlich grösser geworden. Immerhin aber hatte ich bei der hohen Temperatur (40—42° durch 2 Tage, 25—40° durch 5 Tage) eine viel grössere Evolution der Blüthenknospen erwartet.

Als die Pflanzen am 31. Juli von neuem behutsam herausgenommen und besichtigt wurden, bemerkte ich, dass die Blüthenknospen seit dem 22. Juli fast gar keinen Fortschritt gemacht hatten, wenngleich die Temperatur der Zwiebeln und ihrer nächsten Umgebung nahezu beständig zwischen 35 und 42° stand und in den 9 Tagen kaum 30 Stunden auf 22° gesunken war.

Von da an wurde die Behandlung durch Erwärmung mittelst Weingeistflamme abgebrochen und das Gefäss in einen geräumigen Blumentopf versenkt, der Zwischenraum aber mit Erde ausgefüllt, welche gut befeuchtet wurde. Das Ganze stellte ich hinter die Gangmauer am Corridor des Wohnhauses, so dass die Versuchspflanzen, obschon der Corridor gegen SW. liegt, keine directen Sonnenstrahlen empfangen konnten.

Zweiter Versuch.

Unter diesen neuen Verhältnissen gaben die Versuchspflanzen folgendes Resultat: Als die Zwiebeln am 7. August wieder herausgenommen und besichtigt wurden, zeigte es sich, dass die Blüthenknospen in diesen 7 Tagen, während sie einer Temperatur von 19 bis 25° ausgesetzt waren, einen bedeutenden Fortschritt gemacht hatten, indem der Zuwachs nun viel grösser war als jener vom 1. bis 31. Juli, wiewohl in jener 30tägigen Periode den Pflanzen durch die Weingeistflamme viel mehr Wärme mitgetheilt worden war.

Vom 7. August bis zum 12. desselben Monates fiel der Zuwachs noch grösser aus; in diesen 5 Tagen hatten die Knospen mehr an Grösse zugenommen als in den vorhergehenden 7 Tagen, eine Knospe war nun schon 32 Mm. lang. Noch schleuniger wurde das Wachsthum vom 12. bis 15. August, denn der eine Keim mass am 15. August 40, der andere 32 Mm. Länge und die Zwiebeln hatten nun zahlreiche, 3—7 Mm. lange Würzelchen getrieben. Nun gingen die Blüthenknospen von da an mit zuneh-

mender Geschwindigkeit ihrer völligen Entfaltung entgegen. Am 19. August war die Spitze einer Knospe bereits aus der Erde hervorgetreten und am 22. oder 23. August stand die schliessliche Entfaltung des Perigons zu erwarten[1]. Die Temperatur, welche die Pflanzen in dieser Zeit empfingen, schwankte noch immer zwischen 19° (am Morgen) und 25° (um 2—3 Uhr nach Mittag). Was den Feuchtigkeitsgrad der Erde im Blumentopfe anbelangt, so trachtete ich nach Möglichkeit durch Begiessen und eine passende Bedeckung mit einem Brette diejenige Feuchte herzustellen, welche dem natürlichen Zustande eines tiefgründigen Bodens im Sommer in der Tiefe von 14—17 Cm. im allgemeinen entspricht.

Diesen Thatsachen gegenüber verdient bemerkt zu werden, dass ich bereits am 10. August (1872) zwei blühende Herbstzeitlosen im Freien gefunden habe, und zwar nicht weit von Radmannsdorf in Oberkrain am Südabhang eines niedrigen Vorberges der Karavanken; die zwei blühenden Exemplare lagen zwischen Obstbäumen in der Nähe eines Dorfes auf gedüngtem tiefgründigem Boden. Am 13. August standen schon zahlreiche Herbstzeitlosen in der Umgebung von Krainburg in Blüthe und am 14. desselben Monates sah ich die erste an jener Stelle blühen, wo die zu den vorliegenden Versuchen genommenen Zwiebeln ausgegraben worden sind; am folgenden Tage wurden dort bereits mehrere sichtbar.

Da sich bei den zwei, dem obigen Versuche unterzogenen Exemplaren das Perigon nicht vor dem 22. oder 23. August geöffnet haben würde, so beträgt die Verspätung in der Entwicklung ihrer Blüthe nicht weniger als 7, aber auch nicht mehr als 9 Tage, hätte aber ohne Zweifel viel mehr betragen, wenn die Pflanzen längere Zeit über der Weingeistflamme behalten worden wären. Offenbar liegt die Ursache dieser Verspätung in der viel zu hohen Temperatur, welche die Versuchspflanzen vom 1. bis 31. Juli zu ertragen hatten. Ich könnte mir anders den raschen und fast plötzlichen Fortschritt in der Entwicklung der Blüthenknospen vom 31. Juli bis 7. August, in einer Periode, wo gemäs-

[1] Was mit diesen Versuchspflanzen weiter geschah, folgt im vierten Versuch.

sigtere Temperaturen denselben zu Gebote standen, nicht erklären. Weil indessen die Evolution der Blüthe später dennoch einen regelmässigen und ganz normalen Verlauf nahm, so möchte ich behaupten, dass die angewendeten hohen Temperaturen der Pflanze nicht gerade schädlich waren, sondern vielmehr im Sinne des Wachsthums ohne Wirkung geblieben sind; wenigstens für die Temperaturen, welche 40° überschritten, lässt sich dieses mit Bestimmtheit sagen.

Auch folgt hieraus, dass das Optimum, d. i. die für das Wachsthum der Blüthenknospe günstigste Temperatur, nicht über 31°, wohl aber viel tiefer zu suchen ist. In dieser Ansicht bestärkt mich der folgende Versuch.

Dritter Versuch.

Am 9. Juli wurden zwei andere von den am 24. Juni ausgegrabenen *Colchicum*-Zwiebeln in einem kleinen Glasgefässe, 10 Cm. tief in gewöhnlicher Gartenerde, in die Vorkammer eines Eiskellers gebracht und daselbst in einen Winkel hingelegt, wo die Temperatur auf $11^1/_4$° stand. Sie blieben dort 40 Tage, beständig im Dunkel. Als das Gefäss mit den Versuchspflanzen am 18. August zur Besichtigung der Blüthenknospen weggenommen wurde, zeigte das Thermometer $13^1/_4$°; es war also innerhalb dieser Zeit die Temperatur jener Stelle, wo die Versuchspflanzen gestanden sind, um 2° gestiegen.

Wie staunte ich nun, als ich die Blüthenknospen, welche am 9. Juli kaum von der Grösse eines Hanfkornes waren, 8 und 10·5 Cm. lang und so weit entwickelt fand, dass ihnen bis zur völligen Evolution kaum 2 oder 3 Tage fehlten! Beide Zwiebeln waren mit einem dichten und weit ausgebreiteten Wurzelgeflecht versehen. Die Erde im Gefässe war noch immer feucht, obschon sie seit dem 9. Juli nicht begossen worden war, denn sie hatte in der dumpfen und feuchten Kellerluft fast gar kein Wassser durch Verdunstung verloren. Die Verspätung in der Entwicklung der Blüthe beider Versuchspflanzen bezogen auf die Blüthenepoche an dem Orte, woher die Zwiebeln genommen worden waren, betrug daher nicht mehr als 7 Tage, wenn wir den 14. August als den Normaltag für den Beginn der Blüthe, d. i.

für das erste Erscheinen der Herbstzeitlose an der bezeichneten Stelle annehmen.

Ans Licht gebracht und bei SW.-Position erst einer Temperatur von 20—25° ausgesetzt, dann einige Tage bei 19—20° im Wohnzimmer gehalten, entfalteten sich die Blüthen (mehrere nach einander) ganz regelmässig und wurden zu weiteren Beobachtungen benützt.

Hieraus folgt mit Sicherheit, dass für die *Colchicum*-Blüthe das Optimum, d. i. die Temperatur der raschesten Entwicklung, näher bei 11° liegt als bei Temperaturgraden zwischen 35 und 40°. Ein so unerwartetes Resultat machte den Wunsch in mir rege, zu erfahren, ob ein Wachsthum der Blüthenknospe nicht auch bei noch tieferen Temperaturen stattfindet.

Vierter Versuch.

Da ich mich im Laufe des zweiten Versuches überzeugt hatte, dass sich die hiezu verwendeten Pflanzen trotz der ungewohnten Behandlung in ganz normalem Zustande befanden, so hielt ich sie durchaus für geeignet, mir die gewünschte Aufklärung zu geben. Es wurde daher nicht weiter gewartet, bis sich die bereits aussen sichtbare Blüthenknospe völlig entfalte; ich trug das Gefäss mit den Versuchspflanzen gleich am 19. Aug. in den Eiskeller hinab und stellte dasselbe zunächst in einen dunklen Winkel der Vorkammer mit $12^1/_2$° Temperatur. Nach 20 Stunden fand ich, dass sich die eine Blüthenknospe um 2 Mm. verlängert hatte, die andere war noch nicht aussen sichtbar.

Nachdem ich nun an Ort und Stelle den Stand der Spitze der Blüthenknospe über dem Rande des Gefässes mit aller möglichen Genauigkeit bestimmt hatte, versetzte ich das Gefäss ganz nahe neben den Eishaufen, an eine Stelle, deren Temperatur damals $3^3/_4$° war. Daselbst blieben die Pflanzen 10 Tage lang, stets im Dunkel.

Am 29. August entfernte ich die Pflanzen aus dem Eiskeller um sie zu untersuchen. Als ich nun für die vorgerückteste Knospe den Stand der Keimspitze über dem Rande des Gefässes wieder bestimmte, fand ich eine Längenzunahme von 3·5 Mm., eine zwar geringe Grösse, dennoch aber unerwartet und über-

raschend zugleich, wenn man bedenkt, dass die Herbstzeitlose im Freien bisweilen mitten im Sommer zur Zeit der höchsten Temperaturen zur Blüthe gelangt.

Diese hier constatirte Längenzunahme bezieht sich indessen nur auf die das Perigon einhüllende nervige Blüthenscheide; das eingeschlossene Perigon selbst war durch die gelblichweisse durchscheinende Scheide noch nicht sichtbar. Die Temperatur an der Stelle, wo das Gefäss gestanden ist, betrug 5°, war somit vom 19. bis 29. August um $1^1/_4$° gestiegen. Die Erde blieb mässig feucht.

Noch an demselben Tage stellte ich das Gefäss (um 11 Uhr vor Mittag) auf das Ganggeländer meiner Wohnung und liess hier die Pflanzen bis 12 Uhr Mittags bei voller Insolation und einer Temperatur von 25—31°; alsdann brachte ich sie ins Zimmer. Hier blieben sie bei 18—19° 3 Tage in diffusem Lichte. In den nächsten 24 Stunden verlängerte sich der Blüthenkeim um 2 Mm., am zweiten und dritten wurde kein Wachsthum mehr wahrgenommen. Die noch immer durchscheinende Blüthenscheide, welche die Form eines etwas comprimirten Schlauches angenommen hatte, liess das Perigon noch nicht durchblicken; es musste das letztere jedenfalls noch tief in der Scheideröhre stecken. Es ist daher höchst wahrscheinlich, dass seit dem 19. August nicht das Perigon, sondern nur die Blüthenscheide gewachsen ist, da ich sonst bei Exemplaren, welche unter normalen Verhältnissen gewachsen sind, niemals in diesem Stadium einen leeren Raum zwischen der Blüthenscheide und dem eingeschlossenen Perigon gefunden habe.

Erst am 1. September trat auch bei der zweiten Zwiebel der Blüthenkeim aus der Erde hervor, machte aber gleich anfangs (während der nächsten 12 Stunden) nur sehr geringe Fortschritte und schien dann ganz stille zu stehen. (Das Gefäss sammt den Versuchspflanzen wurde hierauf am 2. September bei der Übersiedlung nach Görz mitgenommen.)

Es scheint, dass die Blüthenscheide hiemit ihre normale Grösse erreicht hat, da sie eine ihrer natürlichen Entwicklung ganz entsprechende Länge und Form hatte. Ein Stillstand wäre sonst bei den nicht ungewöhnlichen Temperaturen, denen die Pflanzen vom 29. August bis 2. September ausgesetzt waren,

und bei dem Umstande, dass es der Erde im Gefässe an Feuchtigkeit nicht fehlte, kaum denkbar.

Anders verhält es sich mit dem Perigon. Dieses hatte noch nicht seine natürliche Grösse und den normalen Entwicklungsgrad erreicht. Da nun die Pflanzen gesund waren, wie es sich aus dem ganz gewöhnlichen Verlauf ihrer weiteren Entwicklung ergibt, so müssen wir annehmen, dass die viel zu niedrigen Temperaturen im Eiskeller vom 19. bis 29. August den Entwicklungsprocess des Perigons zum Stehen gebracht haben, ohne die Entwicklungsfähigkeit des letzteren aufzuheben. Wahrscheinlich bewirkten jene niedrigen Temperaturen auch eine dem Entwicklungsprocesse des Perigons nicht entsprechende Umwandlung der Bildungsstoffe, so dass diese nur nach längerer allmäliger Einwirkung günstigerer Wärmegrade ihren ursprünglichen Zustand wieder annehmen konnten.

Jedenfalls befolgt die Blüthenscheide hinsichtlich ihrer Wärmebedürfnisse ein anderes Gesetz als das Perigon. Die erstere vermag bei 5° noch zu wachsen, das Perigon bedarf aber entschieden höherer Wärmegrade.

Fünfter Versuch.

Um den Gang des Wachsthums, eigentlich der Streckung, bei verschiedenen Temperaturen und Lichtintensitäten während des Tages zu bestimmen, brachte ich die zum dritten Versuche benützten Pflanzen wieder in Anwendung. Die diesbezüglichen Messungen führte ich mittelst Application eines Millimeterstabes aus. Zu dem Behufe wurde das Gefäss mit den Pflanzen am 24. August um 11 Uhr Morgens auf die Sonne gestellt und daselbst (am Ganggeländer mit SW.-Lage) bis 6½ Uhr Abends bei voller Insolation behalten. Ich wollte vorläufig nur eine Pflanze, und zwar die in ihrer Entwicklung am weitesten vorgerückte, beobachten. Die Spitze der Blüthenknospe stand um 11 Uhr 5 Mm. über dem Niveau der Erde im Gefässe. Von 11 bis 2 Uhr nach Mittag wuchs der Keim um 1 Mm., von 2 bis 4 Uhr nach Mittag ebenfalls um 1 Mm. Um 2 Uhr war die Temperatur auf der Sonne 31°, um 3 Uhr 32½°. — Um 2 Uhr nach Mittag durchbrach das Perigon mit der Spitze die umhüllende Scheide. — Hier wurde die Beobachtung abgebrochen und des folgenden

Tages um 9 Uhr Morgens wieder aufgenommen. Das Gefäss stand an einer der Sonne zugänglichen Stelle am Ganggeländer und wurde nach Sonnenuntergang ins Zimmer gebracht, um des folgenden Tages wieder der Sonne ausgesetzt zu werden. So wurden folgende Streckungen der Blüthenknospe beobachtet:

Von					Längenzuwachs (in Millim.)	Temperatur der Erde im Gefässe	
9^h	a. m.	bis	$3^3/_4{}^h$	p. m.	4	31—36°	auf der Sonne
$3^3/_4{}^h$	p. m.	„	5^h	p. m.	0	36—40°	„ „ „
5^h	p. m.	„	10^h	p. m.	2	36—21°	im Zimmer
10^h	p. m.	„	9^h	a. m.	11	21—20°	„ „
9^h	a. m.	„	$10^1/_2{}^h$	a. m.	4	29—30°	auf der Sonne
$10^1/_2{}^h$	a. m.	„	$11^1/_4{}^h$	a. m.	2	$31^1/_2$°	„ „ „
$11^1/_4{}^h$	a. m.	„	$1^1/_2{}^h$	p. m.	$2^1/_2$*	36°	„ „ „
$1^1/_2{}^h$	p. m.	„	$3^3/_4{}^h$	p. m.	$1^1/_2$	40°	„ „ „

Nun wurde das Gefäss mit der Versuchspflanze ins Zimmer gebracht und hier in diffusem Lichte (während des Tages) bei 19—21° bis 28. August 3 Uhr nach Mittag behalten. In diesen $47^1/_4$ Stunden hatte die Blüthenknospe (eigentlich das Perigon) um 92 Mm. an Länge zugenommen. Während der ganzen 97stündigen Periode, also seit dem Momente, als das Perigon mit der Spitze aus der Blüthenscheide hervortrat, ist die Erde nicht befeuchtet worden.

Zwei andere Beobachtungsreihen stellte ich mittelst jener *Colchicum*-Pflanzen her, die ich zum vierten Versuche verwendet hatte und von denen sich in Görz bis zum 14. September drei Blüthen entfalteten. Am 6. September wurde die Erde, ungeachtet sie noch nicht ganz trocken war, befeuchtet, und am 8. September am frühen Morgen trat das durch so viele Tage sistirte Wachsthum der Blüthenknospen wieder in Gang. Die Beobachtungen begannen gleich um 9 Uhr Morgens und wurden auf zwei Pflanzen mit je einer Blüthenknospe ausgedehnt. Bei Exemplar

---

[1] Das Perigon ist mit seinem oberen tulpenförmigen Theile eben ganz aus der Scheide hervorgetreten. Seit dem 24. August nach Mittag wuchs die Blüthenscheide nicht mehr, und die folgenden Streckungen beziehen sich daher auf das Perigon.

Nr. 1 hatte vor Beginn der Messung der obere tulpenförmige Theil des Perigons bereits theilweise die Scheide verlassen; da diese letztere von da an nicht mehr wuchs, so gelten die beobachteten Streckungen dem Perigon.

Nr. 1.	Längenzuw. (in Millimtr.)	Temperatur
Von 9h a. m. bis 11h a. m.	$1\frac{1}{2}$	23°
„ 11h a. m. „ 1h 10′ p. m.	1	
„ 1h 10′ p. m. bis 3h 10′ p. m. . .	$\frac{3}{4}$	26°
„ 3h 10′ p. m. „ 5h 10′ p. m. . .	$\frac{1}{2}$	
„ 5h 10′ p. m. „ 8h 10′ p. m. . .	$\frac{3}{4}$	
„ 8h 10′ p. m. „ 10h 10′ p. m. . .	$1\frac{1}{5}$	21°

Anmerkungen. Die Pflanzen wurden im Schatten an einem Fenster mit NO-Lage gehalten und waren vor zu rascher Verdunstung geschützt. Die beigesetzten Temperaturen beziehen sich auf die nächste Umgebung des Gefässes zu Anfang der nebenstehenden Periode. — Das Wetter war trocken, die Tage schwül.

Am folgenden Tage (9. September) stand am Morgen schon der ganze obere tulpenförmige Theil des Perigons ausserhalb der Scheide.

Beim Exemplare Nr. 2 trat die Spitze des Perigons am 8. September um 8 Uhr Abends aus der Scheide hervor. Bald nach Beginn der Durchbrechung blieb diese letztere in ihrer Entwicklung stehen, und es konnten nun nach 2 Stunden auch bei Nr. 2 die Messungen begonnen werden. In nachstehender Zusammenstellung lasse ich die Resultate der fortgesetzten Messung und Beobachtung folgen:

	Längenzuw. (in Millimtr.) Nr. 1	Nr. 2	Temperatur	
Von 10h 10′ p. m. bis 6h a. m. . .	9	7	21°	um 10h
„ 6h a. m. bis 8h a. m.	$3\frac{3}{5}$	2	20	„ 6h
„ 8h a. m. „ 10h a. m.	$3\frac{1}{2}$	2	22	„ 8h
„ 10h a. m. „ 12h	4	1	25	„ 10h
„ 12h „ 2h p. m.	$2\frac{1}{2}$	2	26	„ 12h
„ 2h p. m. „ 4h p. m.	$1\frac{2}{5}$	1	$27\frac{1}{2}$	„ 2h
„ 4h p. m. „ 6h p. m.	$2\frac{3}{10}$	1	29	„ 3h
„ 6h p. m. „ $8\frac{1}{2}$h p. m. . .	2	$\frac{1}{2}$	(um 3h Max.)	

Anmerkungen. Die Pflanzen wurden stets in diffusem Lichte (am Tage) gehalten. Seit Beginn der Messungen ist die Erde nicht befeuchtet worden. — Wetter fortan trocken; Himmel nicht ganz klar, der Tag jedoch schwül.

Bei Nr. 2 standen um $8^{1}/_{2}{}^{h}$ p. m. (9. Septemb.) die Perigonzipfel noch nicht ganz ausserhalb der Scheide; vom Exemplar Nr. 1 war aber zu dieser Zeit bereits ein grosser Theil der Perigonröhre sichtbar. Hiemit war indessen die Streckung noch nicht beendet, sie erreichte am folgenden Tage noch 1 Mm. durchschnittlich in der Stunde.

Es ist aus diesen Angaben nicht schwer zu ersehen, dass die jungen *Colchicum*-Blüthen in den Tagesstunden während der höchsten Temperaturen bedeutend langsamer wachsen als in den Nachtstunden und am Morgen bei tieferen Temperaturen. So lange das Perigon noch nicht den Culminationspunkt der grossen Periode [1], d. i. den Zeitpunkt seines raschesten Wachsthums (wie sich dieses unabhängig von den secundären Einwirkungen der Temperatur und des Lichtes gestaltet), überschritten hat, fällt das Minimum des beobachteten Wachsthums zwischen 5 und 7 Uhr Abends, erfolgt somit 2—4 Stunden später als das Maximum der Temperatur.

Bei älteren Knospen, wo das Perigon eben im Begriffe steht, sich zu entfalten, scheint dieses Minimum schon gegen 2 oder 3 Uhr nach Mittag einzutreten. Am raschesten habe ich unter sonst gleichen Verhältnissen das Wachsthum des Perigons in jener Entwicklungsperiode gefunden, welche mit dem Durchreissen der Blüthenscheide anhebt und mit dem Hervortreten des ganzen oberen, tulpenförmigen Perigontheiles endet. In dieses Stadium der Entwicklung fällt zugleich die Culmination der grossen Periode, indem gerade einige Zeit vor der beginnenden Evolution der Perigonröhre die Tendenz des Wachsthums am grössten ist.

Sechster Versuch.

Im vorigen Versuche habe ich das Verdunsten der Erde durch Aufstellen des Gefässes an einem windstillen, vor Luftzug geschützten Orte zu mässigen gesucht. Auf diese Art blieb die

---

[1] Man vergleiche die Angaben: „Über den Einfluss der Lufttemperatur und des Tageslichtes auf die stündlichen und täglichen Änderungen des Längenwachsthumes", von Dr. Jul. Sachs. (Arbeiten d. bot. Inst. in Würzburg. Leipzig, 1872) p. 101 u. 102.

Erde beständig feucht und brauchte wochenlang nicht begossen zu werden. Durch Befeuchtung der Erde am 8. und 9. September wäre, weil dies ohne Zweifel eine grössere oder kleinere Änderung des Wachthumsganges zur Folge gehabt hätte, manche störende Anomalie in die Beobachtungsreihen eingeführt worden, die so glücklich vermieden wurde.

Vom 8. bis 14. September kamen noch etliche Blüthenknospen zum Vorschein, die sich sämmtlich in gleicher Weise zu den Tageszeiten verhielten. Der Grund dieses Verhaltens ist in der Einwirkung der Temperatur oder in dem Einflusse des Lichtes, vielleicht auch in dem combinirten Einflusse beider Factoren zu suchen.

Die erste Frage, deren Beantwortung mit Hilfe eines Experimentes mir vor allem nöthig schien, richtete ich auf die Temperatur. Hiernach war zu untersuchen, ob die hohen Wärmegrade während des Tages (22—29°) dem Wachsthume der jungen Blüthe hinderlich, und die tieferen in der Nacht und bei Tagesanbruch (19—21°) demselben förderlich sind, oder ob die Wärmegrade von 19—29° auf den Gang des Wachsthums keinen wesentlichen Einfluss nehmen, worauf dann die Ursache obiger Erscheinungen in der Einwirkung verschiedener Lichtintensitäten allein zu suchen wäre.

Anstatt daher die Pflanzen während der Nacht aussen vor dem NO.-Fenster in freier Luft zu lassen, wo sie bei Tagesanbruch einer Temperatur von ungefähr 19° ausgesetzt gewesen wären, stellte ich sie um 7 Uhr Abends (9. September) in einen Schrein im Zimmer und behielt sie darin bis 6 Uhr Morgens. Der Schrein konnte, obschon geschlossen, durch mehrere Fugen hinlänglich viel Luft einlassen. Den Tag über stand darin schon seit einer Woche die Temperatur constant auf 25° und sank in der Nacht bis Tagesanbruch auf 23°.

Um die Temperatur etwas zu erhöhen, wurde um 10 Uhr Abends ein etwa $1^1/_2$ Kilogramm schweres Eisenstück mässig erwärmt und in Tücher gehüllt, zu dem Gefässe mit den Pflanzen im Kasten gelegt (in eine Distanz von etwa 10—12 Cm). Hierdurch stieg aber die Temperatur nur um $1^1/_4$°; dem entsprechend schwankte sie nun von 7 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens zwischen $26^1/_4$ und $24^1/_4$°.

Während nun nach den Ergebnissen des vorigen Versuches für die Pflanze Nr. 1, da das Perigon in seiner Entwicklung kaum die Culmination der grossen Periode überschritten hatte, von $8^1/_2{}^h$ p. m. bis 6^h a. m. ein Zuwachs von mindestens $1^1/_5$ Mm. in der Stunde erwartet werden durfte, betrug dieser Zuwachs im Ganzen nur 8 Mm., woraus sich nur 0·84 Mm. für die Stunde ergibt. Ebenso war der gesammte Zuwachs der Pflanze Nr. 2, die etwas jünger war, aber nahe vor der Culmination der grossen Periode stand, in derselben Zeit nur $2^1/_2$ Mm., was nicht einmal $^1/_4$ Mm. für die Stunde ausmacht.

Und doch war der Zustand beider Pflanzen am Morgen, wenigstens äusserlich, ganz normal. Die ältere Blüthenknospe (Nr. 1) war in der Nacht schön rosenroth geworden, die andere blieb jedoch blass, und ihr oberer tulpenförmiger Theil hatte die Scheide noch nicht ganz verlassen.

Um die Bedeutung und den Werth dieser Daten entsprechend beurtheilen zu können, vergleiche man die unmittelbar vorausgegangenen Zuwachse mit dem unmittelbar nachfolgenden Wachsthumsgange:

10. September	Längenzuw. (in Millimtr.) Nr. 1	Nr. 2	Temperatur	
Von 6^h a. m. bis 8^h a. m. . .	2	2	20°	um 6^h a. m.
„ 8^h a. m. „ 10^h a. m. . .	2	2	$22^1/_2$°	„ 8^h a. m.
„ 10^h a. m. „ 8^h p. m. . .	11	17	$27^1/_2$°	„ 3^h p. m.
„ 8^h p. m. „ $7^1/_2{}^h$ a. m. .	23	25	$20^3/_4$°	„ $7^1/_2{}^h$ a. m.

Anmerkungen. Die Versuchspflanzen standen in diffusem Licht (am Tage), theils am NO-Fenster, theils am Geländer mit SW-Lage. — Himmel ganz heiter.

Aus diesen Thatsachen glaube ich mit Nothwendigkeit folgern zu müssen, dass das Optimum für die Entwicklung der *Colchicum*-Blüthe unter dem 26. Wärmegrade liegt, und da ich sonst auch bei 20° und 29° zu wiederholten Malen für gleiche Entwicklungsstadien der Blüthenknospen sehr abweichende Wachsthumsgeschwindigkeiten gefunden habe, so liegt das Optimum jedenfalls näher bei 20° als bei 29°. Die grössten beobachteten (im Einzelnen nicht angeführten) Geschwindigkeiten haben bei 19° stattgefunden.

Bei älteren schon gefärbten Blüthen (Blüthenknospen) wirken höhere Temperaturen, wie es scheint, weniger verzögernd als bei jüngeren noch ungefärbten. Der Versuch, der mich zu dieser Ansicht veranlasst hatte, wurde am 14. und 15. September mit anderen Exemplaren wiederholt und führte zu gleichen Resultaten.

Es ist also die zu hohe Temperatur (36—40°) wenigstens eine der Ursachen, warum in der ersten Beobachtungsreihe von $3^{3}/_{4}{}^{h}$ p. m. bis 5^{h} p. m. auf der Sonne kein Zuwachs nachgewiesen werden konnte, und dass der Zuwachs in der zweiten und dritten gegen Abend so klein ausfiel. Auf Grund dieser Beobachtungsreihen und der soeben angeführten Thatsachen dürfen wir mit Bestimmtheit annehmen, dass die junge *Colchicum*-Blüthe, wenn sie noch ungefärbt ist, nach längerer Einwirkung einer Temperatur von 30° nicht mehr wächst (ohne jedoch dadurch etwas von ihrer Entwicklungsfähigkeit zu verlieren) und Temperaturen über 19 oder 20° den Wachsthumsvorgang um so weniger begünstigen, je mehr sich der Wärmegrad jenem Maximum nähert.

Siebenter Versuch.

Obschon nun nach dem Vorstehenden erwiesen ist, dass Temperaturen über 19 oder 20° den Wachsthumsgang der *Colchicum*-Blüthe um so weniger begünstigen, je mehr sie sich dem Maximum bei 30° nähern, so ist es dennoch nicht unwahrscheinlich, dass auch das Licht an den obigen Resultaten einen gewissen Antheil hat. Allein diesen Antheil, der jedenfalls sehr klein sein muss, durch Messung direct zu bestimmen, schien mir vorläufig unmöglich, da ich kein Mittel kenne, um der grossen Periode, welche zwar einen gesetzmässigen, für uns aber jetzt noch unberechenbaren Verlauf hat, auszuweichen und noch andere störende Einflüsse, wie z. B. die unausbleiblichen, wenn auch unbedeutenden Oscillationen des Wachsthums zu beseitigen.

Ich beschränkte mich daher zunächst auf eine Feststellung der Reactionen des Lichtes und suchte aus diesen auf eine beschleunigende oder verzögernde Rückwirkung auf die Vorgänge des Wachsthums zu schliessen.

Eine Blüthenknospe, welche am 24. und 25. August am SW-Geländer meiner Wohnung in Krainburg von 9 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends einer vollen Insolation ausgesetzt worden war und deren oberer tulpenförmiger Theil, der bereits aus der schlauchförmigen Scheide ganz hervorgetreten war und eine rosenrothe Farbe angenommen hatte, wurde am 26. August in ein Zimmer mit 19—21° gebracht und auf einen Tisch hingestellt, so dass die Pflanze von einem Fenster her, welches halb offen war, diffuses, ziemlich gedämpftes Licht empfing.

Im Laufe der nächsten zwei Tage streckte sich die Perigonröhre um mehrere Centimeter und die Pflanze wuchs gerade aufrecht. Bald hierauf aber bemerkte ich, dass sich ihr oberer Theil nach und nach ziemlich wahrnehmbar gegen das Fenster, durch welches das Licht eintrat, hinneigte. Die Krümmung der Perigonröhre änderte sich während des Tages, so dass diese endlich ein nahezu spiraliges Ansehen bekam. Doch wollte es mir nicht gelingen, eine bestimmte Beziehung dieser Krümmung oder Torsion zum Stande der Sonne oder zur Tageszeit zu finden.

Durch 5 Tage nahm die Perigonröhre beständig an Länge zu, ohne dass eine völlige Entfaltung der Blüthe, d. i. ein Auseinandergehen der Perigonblätter, erfolgte. Als aber am 31. Aug. gegen 11 Uhr die Pflanze auf die Sonne gebracht wurde, öffnete sich schon nach 2 Stunden das Perigon vollständig, um sich bei eintretendem Abenddunkel wieder zu schliessen; sobald die Pflanze am folgenden Tage Morgens wieder von der Sonne beschienen wurde, öffnete sich die Blüthe von Neuem.

Es wurde hiebei auch die Wahrnehmung gemacht, dass sich jene Perigonblätter zuerst ausbreiten, welche auf der stärker beleuchteten Seite liegen. Überdies krümmte sich die Perigonröhre im Laufe des Tages, und nun konnte ich mit Bestimmtheit sehen, dass sich das Perigon dem stärkeren Lichte, beziehungsweise der stärker beleuchteten Mauerwand zuneigte. War die flachere Seite der Röhre gegen das stärkere Licht gewendet, so war die Neigung direct, im Übrigen schien es, als ob die Richtung der Blüthe die Resultirende zwischen einer vom stärkeren Lichte ausgehenden Anziehung und einer der Drehung widerstehenden Festigkeit wäre. Auf diese Weise machte die Perigonröhre während des Tages eine zwar sehr langsame, aber stets leicht nach-

zuweisende Krümmung, Drehung oder, je nach Umständen, auch Spiralbewegung.

Durch diesen und andere ähnliche Versuche habe ich mich schliesslich auch überzeugt, dass sich das Perigon nur durch Einwirkung des Lichtes röthlich färbt; eine 3—5stündige Besonnung des jungen, noch ganz ungefärbten Perigons genügt indessen zur Erzeugung eines schwachen rosenrothen Anfluges. Die Färbung kann auch im Dunkel stattfinden, wenn einige Stunden vorher volles Sonnenlicht auf die Pflanze eingewirkt hatte. Temperaturen zwischen 24 und 35° sind der Färbung der Blüthe besonders günstig, doch sah ich sie bisweilen auch bei 19—21° in der Nacht, nach mehrstündiger Besonnung am vorhergehenden Tage, roth werden. Eine vollständige Entfaltung, d. i. Ausbreitung der Perigonblätter ist nur bei voller Insolation gesehen worden.

Bei mangelndem Lichte etiolirt die Blüthe, indem die Perigonröhre unverhältnissmässig lang wird, während der obere tulpenförmige Theil niemals seine normale Grösse und Ausbildung erlangt. Ob das Perigon, nachdem es im Lichte roth geworden ist, im Dunkel weiter wächst, kann ich nach den wenigen Erfahrungen, die ich darüber im vergangenen Sommer gesammelt habe, weder behaupten, noch in Abrede stellen. So viel doch lässt sich sagen, dass das Licht der Tendenz nach Streckung mittelbar und unmittelbar entgegenwirkt, indem die in vollem Lichte gewachsenen Blüthen stets sehr niedrig bleiben.

Achter Versuch.

Im vorigen Versuche haben wir gesehen, wie volles Sonnenlicht das Reifwerden der *Colchicum*-Blüthe beschleunigt, den Vegetationsprocess also abkürzt. Um nun auch zu erfahren, wie schwächeres Licht auf die Pflanze wirkt, wenn diese bis dahin im Schatten, überhaupt in schwachem diffusem Lichte gewachsen ist, stellte ich gegen Ende August eine Blüthenknospe, die sich eben mit ihrem tulpenförmigen Theile aus der Scheide emporarbeitete, und die noch nicht auf der Sonne gewesen war, unter den Ofen im Hintergrunde des Zimmers und brachte vorn einen Schirm aus dunklem Papier mit einer engen verticalen Spalte so an, dass ein etwas gedämpftes Licht vom gegenüberliegenden

Fenster aus zu der etliche Centimeter hinter der Spalte befindlichen Blüthenknospe gelangte, wodurch dieselbe vorn schwach beleuchtet wurde, hinten aber ganz dunkel blieb.

Nichtsdestoweniger wuchs die Blüthe ganz aufrecht und zeigte nach keiner Seite hin eine Neigung; die Perigonröhre blieb gerade und erreichte in 3 Tagen eine enorme Länge, ohne dass sich der obere Theil des Perigons färbte oder an Grösse zunahm (die Blüthe etiolirte). Während dieser Zeit war die Temperatur im Zimmer 18—$19\frac{1}{2}$°.

Nachdem nun die Pflanze 4 Tage lang in dieser Lage geblieben war, stellte ich sie auf die Sonne, und siehe, sie krümmte sich schon nach Verlauf von 3 Stunden nach der stärker beleuchteten Seite und machte nach und nach jene oben bezeichneten Drehungen, noch bevor sich der charakteristische rosenrothe Anflug an den Perigonblättern eingestellt hatte.

Aus diesen Thatsachen entnehme ich, dass eine junge *Colchicum*-Blüthe, wenn sie nicht vorher wenigstens einige Stunden lang einem stärkeren Lichte ausgesetzt gewesen ist, für ein so schwaches Licht, wie es bei diesem Versuche auf die Pflanze geleitet wurde, nicht empfänglich ist. In jedem anderen Falle wäre bei obiger Temperatur, wie mich zahlreiche Beobachtungen während des vorigen Versuches (und auch spätere Erfahrungen) lehrten, auch dieses schwache Licht nicht ohne Wirkung geblieben.

Ob nun die vorliegenden Erscheinungen auf einer blossen Krümmung oder auch, wie es häufig der Fall ist, auf einer Drehung der Perigonröhre beruhen, so denke ich, dass man sich beides ebensowohl durch eine mechanische Biegung als auch durch eine relative Verkürzung der Gewebeschichten auf der concaven, d. i. dem stärkeren Lichte zugewendeten Seite, und entsprechende Verlängerung auf der entgegengesetzten erklären könnte. Da aber hier von keiner mechanischen Druck- oder Zugkraft, durch deren einfache Wirkung auf die Spitze der Blüthe eine wirkliche Biegung der Perigonröhre erfolgen müsste, die Rede sein kann, so dürften wir uns die Ursache jener Krümmung nach dem Lichte höchstens noch als Summe unzähliger Anziehungskräfte denken, welche, vom Lichte ausgehend, auf die jungen noch verschiebbaren Elementartheilchen und plastischen

Stoffe der Blüthenknospe wirken. Solche Kräfte würden allerdings ähnliche Erscheinungen hervorbringen wie die erwähnten heliotropischen Krümmungen; wir haben aber keinen Grund, dem Lichte eine solche mechanische Anziehungskraft zuzuschreiben.

Für die geotropische Aufwärtskrümmung horizontal gelegter Sprosse hat Sachs die nächste mechanische Ursache in einem verschiedenen Längenwachsthum der gleichnamigen Gewebeschichten der Ober- und Unterseite gefunden[1]. Auch die heliotropische Krümmung wäre nach dem Obigen durch eine ähnliche Annahme am natürlichsten erklärt[2].

Neunter Versuch.

Zur Beurtheilung der geotropischen Krümmung in Verbindung mit dem Heliotropismus stellte ich den 11. September das Gefäss mit den darin wachsenden *Colchicum*-Pflanzen, welche längere Zeit in zerstreutem, aber hellem Lichte gestanden sind (volles Sonnenlicht war nur einigemale auf sehr kurze Zeit auf sie gefallen), auf das NO-Fenster eines halbdunklen Kellers horizontal und zwar so, dass die Blüthen mit ihren Spitzen gegen den dunklen Raum des Kellers gewendet waren. Eine Blüthe war rosenroth gefärbt und vollkommen entwickelt, zwei andere waren jünger und noch ungefärbt.

Schon in 5 Stunden war eine sehr beträchtliche bogenförmige Aufwärtskrümmung an die Stelle der früheren horizontalen Richtung getreten: dieselbe entsprach ungefähr einem Viertelkreise und war bei allen drei Blüthen nahezu gleich.

Nun befestigte ich das Gefäss über einer Stiege, welche zu einer dunklen Scheune führte, derart horizontal, dass die nach aufwärts gekrümmten Blüthen mit ihren Spitzen in den dunklen Raum hinaufragten, während ihre untere Seite durch die von unten einfallenden (diffusen) Lichtstrahlen ziemlich intensiv beleuchtet wurden.

Das Ergebniss dieses Versuches bestand nun in folgenden Thatsachen. Die ältere geschlechtsreife Blüthe behielt ihre Rich-

[1] Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg. Leipzig, 1872. p. 193—208.

[2] Man vergl. Sachs, Lehrb. der Botanik, III. Aufl. p. 742—748.

tung 3 Tage lang bei, erst am vierten Tage schien sie sich gegen das einfallende Licht zu neigen. Hingegen krümmten sich die beiden anderen jüngeren Blüthen schon am folgenden Tage allmälig herab und bildeten in zwei Tagen eine merkliche Concavität gegen das hellere Licht.

Während dieses 72stündigen Versuches waren noch vier andere Blüthen hervorgesprossen, aber alle vier wuchsen, ungeachtet das Gefäss horizontal lag und das Licht von unten auffiel, lange Zeit mit einer starken Krümmung nach aufwärts gegen den dunklen Raum und es schien das Licht sie nicht im mindesten zu afficiren. Erst nach 40—50 Stunden wurde eine gerade Streckung bemerkt, die allmälig in eine schwache Concavität nach unten umschlug, woraus deutlich zu ersehen ist, dass der Heliotropismus hier im Ganzen schwächer ist als die geotropische Spannung (geotropische Tendenz). In den jüngeren Stadien des Perigons tritt der Geotropismus mit grösserer Energie auf als der Heliotropismus und nimmt im Allgemeinen mit dem Alter der Blüthe ab. Der Heliotropismus scheint hingegen, wenn ich gewisse Einzelnheiten dieses und des vorigen Versuches richtig verstanden habe, an keine bestimmte Altersstufe der Blüthe gebunden zu sein. Zu jeder Zeit bewirkt das Licht jene oben erwähnten Krümmungen, kürzt den Wachsthumsprocess ab und beschleunigt die Geschlechtsreife der Blüthe.

Zehnter Versuch.

Am 20. Mai (1872) hatte ich sechs *Colchicum*-Pflanzen an der oben (im ersten Versuch) bezeichneten Stelle nächst Krainburg ausgegraben. Sie waren in der vollsten Vegetation; die neue Zwiebel war kaum erst als eine etwas bemerkbare (nicht ganz bauchige) Anschwellung des mit Blattscheiden umgebenen Basaltheiles der vegetirenden Axe zu sehen. Allein ungeachtet ich beim Herausnehmen der Pflanzen aus der Erde jede Beschädigung der Wurzeln sorgsam zu verhüten suchte, so war doch ein Abreissen der feinsten Wurzelfasern nicht ganz zu vermeiden.

Ich setzte die heimgebrachten Pflanzen in einen Blumentopf, der mit gewöhnlicher Gartenerde gefüllt war, in eine Tiefe, wie sie dem natürlichen Vorkommen im Freien entspricht, und hielt die Erde beständig feucht. Der Blumentopf blieb fortan im

Schatten, an einer Stelle, deren Temperatur im Sommer während des Tages zwischen 20 und 27° variirte.

Doch schon in 5 Tagen waren die Blätter gelb geworden und bis 28. Mai waren sie ganz vertrocknet.

Zu Anfang des Monats Juli wurden die Zwiebeln herausgenommen und besichtiget; es zeigte sich, dass sie beträchtlich an Grösse zugenommen hatten, während die Blüthenknospen kaum grösser geworden sind. Auch später im Laufe des Sommers machten die letzteren nur sehr geringe Fortschritte. Während des Monates August sind die Pflanzen nicht näher untersucht worden: sie blieben, obschon für hinreichende Feuchtigkeit gesorgt wurde, im Übrigen unbeachtet bis Ende September.

Da bemerkte ich mit Ende des genannten Monates, dass sich zwei Blüthenkeime erhoben: in wenigen Tagen haben sie eine Höhe von 3—4 Cm. über dem Niveau der Erde im Blumentopfe erreicht und bald darauf sprosste ihnen noch ein dritter Keim nach, der aber, als er die Oberfläche erreicht hatte, nicht mehr wuchs. Die zwei ersteren Keime liessen aber in der hohlen schlauchförmigen Blüthenscheide kein Perigon durchschimmern, während die Blüthenscheide des letzteren Keimes einen opaken dunkelgrünen Körper einzuschliessen schien.

Vom 3. October an konnte ich bei keiner dieser Knospen einen Fortschritt bemerken, und da ich vermuthete, dass wegen der bedeutenden Depression der Temperatur gegen Ende des Septembers [1] ein permanenter Stillstand des Wachsthums eingetreten sein konnte, so exponirte ich die Pflanzen durch 4 Tage den Sonnenstrahlen, wodurch sie im Ganzen durch 24 Stunden eine Temperatur von 26—28° und etliche Stunden 30—32° empfingen. Doch hatte diese Erhöhung der Temperatur noch immer keinen wahrnehmbaren Fortschritt der Blüthenknospen zur Folge, und ebenso wenig wollten diese während der nächsten 10 Tage, wo die Temperatur bei anhaltendem lauem Wetter beständig auf 15—16° stand, ein Lebenszeichen von sich geben.

Da nahm ich am 14. October die Zwiebeln aus der Erde; sie zeigten sich ganz gesund und besassen ein sehr verfilztes

[1] Am 22. September betrug die Temperatur am Morgen in der Nähe der Versuchspflanzen +3° und am 28. September +1°.

Wurzelgeflecht, aber ohne frische functionirende Würzelchen. Drei wurden in den früheren Blumentopf zurückversetzt, dre andere verpflanzte ich in ein kleineres Gefäss aus Glas, was ohne eine merkliche Beschädigung der Wurzeln geschehen konnte.

Bei allen war die Blüthenscheide normal entwickelt, allein da das Perigon gänzlich zurückgeblieben war, so stand sie leer und glich einem etwas zusammengedrückten Schlauche. Nur eine Blüthenknospe machte davon eine Ausnahme; doch wollte ich den Inhalt der Scheide, da ich eine Beschädigung fürchtete, vorläufig nicht untersuchen.

Das eine Gefäss wurde nun in ein geheiztes Zimmer gebracht und daselbst bei 20—21° gehalten, das andere stellte ich auf den Ofen desselben Zimmers, und zwar auf ein Gesimse, so dass die Pflanzen, indem zweimal des Tages geheizt wurde, täglich zweimal den Temperaturgang von 21—30° zu ertragen hatten.

Nun wurde zwar durch diese Behandlung das sistirte Wachsthum wieder in Gang gesetzt, dieses ging aber so langsam vor sich, dass in 14 Tagen das junge Perigon kaum um 15 Mm. gewachsen ist. Merkwürdig genug, alle sechs Blüthenknospen (eigentlich Perigonknospen, denn die Scheiden hatten längst ihre völlige Ausbildung erlangt) zeigten fast ein gleiches Wachsthum, etwa 0·04 Mm. in der Stunde, obgleich die Behandlung der Pflanzen in beiden Gefässen bezüglich der Temperatur eine sehr verschiedene war. Dieses langsame Wachsthum contrastirt auffallend gegen die sonst so rasche Entwicklung des Perigons auf jener Altersstufe, wo die umhüllende Scheide eben ihre völlige Ausbildung erlangt hat und einige Zeit unmittelbar nach dieser Periode, was uns übrigens nicht wundern darf, wenn wir erwägen, dass die Blüthenknospen im vorliegenden Falle unter ganz ungewöhnlichen Verhältnissen aufgewachsen sind.

Als nämlich die *Colchicum*-Zwiebeln am 20. Mai ausgegraben wurden, hatten die Blätter und Wurzeln kaum zur Hälfte ihre Aufgabe erfüllt; die Assimilation wurde mitten in ihrem Gange unterbrochen, und da die Blätter bald abwelkten, so konnten die vor Ende Mai in den Zwiebeln deponirten Bildungsstoffe, von denen sich der grösste Theil aus dem Inhalt der rasch

und vor der Zeit geschwundenen Blätter zusammensetzte, wohl kaum die für den folgenden Entwicklungsprocess erforderliche Reife erlangt haben; das Perigon blieb darum fortan verkümmert, und als wollte die Pflanze gleichsam den durch die unterbrochene Assimilation erlittenen Verlust wieder ersetzen, ging sie nun mit der Entwicklung der Blüthe nicht weiter, sondern kehrte gleich nach der Entfaltung der Blüthenscheiden um. Denn ich fand das junge, übrigens in seiner Volumentwicklung sehr zurückgebliebene Perigon bei allen sechs Pflanzen vollkommen grün. Bei fünf Pflanzen steckte es tief in der Röhre der Blüthenscheide, und es war mir dadurch möglich, den Gang des Wachsthums von aussen zu verfolgen, dass die fast ungefärbte Blüthenscheide den Inhalt durchschimmern liess. Um aber denselben genauer sehen zu können, war es nöthig, die Scheide zu durchreissen, was ich in der Folge auch that. Nur bei einer Pflanze hatte das Perigon diese selbst durchbrochen.

Wenn wir nun den ganzen Entwicklungsgang der Herbstzeitlose überblicken und dabei die Erlangung der Geschlechtsreife der Blüthe als den Gipfelpunkt ihres Lebens betrachten, indem wir alle anderen Functionen des Organismus gleichsam diesem Ziele unterordnen (eine allerdings willkürliche Auffassung des Geschlechtswesens der Pflanze), so müssen wir im Lebenskreise der Herbstzeitlose folgende drei Perioden unterscheiden:

I. Periode der Blattbildung und Assimilation durch die Blätter. Diese Periode beginnt im Herbste gleich mit dem Abwelken der Blüthen. Es bildet sich zu dieser Zeit die Blattknospe, welche das befruchtete Ovarium einschliesst und ihre Blätter im folgenden Frühjahre entfalten soll, weiter aus Auch wird zugleich die neue Blüthenknospe für den nächsten Sommer angesetzt. Die Periode dauert bis zum Abwelken der Blätter gegen Ende des Monates Juni (20—30. Juni).

II. Periode des (scheinbaren) Stillstandes. Sie beginnt mit dem Abwelken der Blätter gegen Ende Juni und dauer- bis zur beginnenden Bildung von Wurzeln an der jungen Zwiebel, welche die Blüthenknospe trägt. In dieser und in der vorhergehenden Periode wächst die Blüthenknospe überaus langsam.

III. Periode der Blüthenentwicklung. Diese beginnt mit der Wurzelbildung (gegen Ende des Monates Juli) und fast gleichzeitigen Durchbrechung der innersten Blüthenscheide, welche die Perigonanlage einschliesst und endet mit der völligen Entfaltung und Geschlechtsreife des Perigons. Die Dauer dieses Abschnittes beträgt nicht mehr als einen halben Monat. So lange die Wurzeln in ihrer wesentlichen Entwicklung begriffen sind, wachsen Blüthenscheide und Perigon gleichmässig, ist aber das Wurzelsystem einmal ausgebildet, so hört die Scheide zu wachsen auf, und nun tritt das bisher eingeschlossene Perigon aus seiner Wiege hervor und erhebt sich mit überraschender Schnelligkeit.

Bei Görz entfaltete *Colchicum auct.* diesen Sommer (1872) gegen die Mitte des Monates August, also ungefähr zu derselben Zeit wie in der Umgebung von Krainburg, seine ersten Blüthen. Die Localität, wo ich die Pflanze am frühesten in voller Evolution gefunden habe, ist, bei geringer Neigung gegen NO, halbsonnig gelegen und mit einem Gehölz von edlen Kastanien bewachsen, an welches sich Rebenpflanzungen anschliessen, in deren Mitte einzelne Öl- und Feigenbäume vortrefflich gedeihen.

Nun besitzt aber die Umgebung von Krainburg bei kaum +9° mittl. Jahrestemperatur einen bedeutend kühleren Sommer, indem daselbst die Temperatur an den heissesten Tagen in Wohnzimmern gegen NO höchstens 25° und in den Räumlichkeiten zu ebener Erde höchstens 22° erreicht.

Pflanzen, welche hier zu Anfang des Monats April zu blühen anfangen, sind bei Görz bereits gegen Ende Februar zur Blüthe gelangt. Aber in dieser in klimatischer Beziehung so abweichenden Gegend scheint die Herbstzeitlose sonderbarerweise gegen die Temperaturssunterschiede des Bodens noch weniger empfindlich zu sein; ihre Gleichgiltigkeit gegen Kalt und Warm ging so weit, dass sie an der Nordseite der Hügel und Berge nahe zu derselben Zeit ihre Blüthen entfaltet hat wie an der Südseite (in gleicher Höhe) und an den schattigsten Orten fast gleichzeitig wie an den sonnigsten Stellen; wenigstens konnte ich nicht einmal eine Differenz von 3 Tagen constatiren.

Einem solchen Verhalten zufolge sollte man glauben, dass die *Colchicum*-Blüthe in den kälteren Klimaten überall, so weit die Pflanze überhaupt vorkommt, im Laufe des Sommers zur vollständigen Entwicklung gelangen müsse. Dem ist aber nicht so; nach einer freundlichen Mittheilung des Herrn Karl Fritsch wird z. B. die Herbstzeitlose auf der 1878 Met. hohen Station Gurgl in Tirol regelmässig in der Frühlingsblüthe beobachtet. Mir ist bis jetzt nichts Näheres darüber bekannt, halte aber dafür, dass diese Frühlingsblüthe in jene Kategorie von Erscheinungen gehört, welche bei der Herbstzeitlose insgesammt als zweite oder secundäre Blüthe bezeichnet werden.

Nach übereinstimmenden Angaben verschiedener Beobachter kommt es nämlich im März oder April bei unserer Pflanze bisweilen wirklich zu einer Blüthe, und diese hat sogar zur Aufstellung einer eigenen Varietät die Veranlassung gegeben. Indessen sind solche jedenfalls nur als verspätete Blüthen anzusehen, und da sie mehr oder weniger ein abnormes (verkümmertes) Aussehen haben, und ganz oder doch an der Spitze der Perigonblätter grün sind, so können wir nicht umhin, sie mit den im 10. Versuch beschriebenen Erscheinungen im ursächlichen Zusammenhang zu bringen, indem wir annehmen, dass die Bildungsstoffe, welche im Sommer durch die assimilirende Thätigkeit der Blätter erzeugt werden, sei es wegen vorzeitiger Unterbrechung der Assimilation oder wegen zu niedriger Temperaturen die erforderliche Reife nicht erlangt haben.

An dem Wärmebedürfnisse der Blüthenknospe selbst ist es hier nicht gelegen, denn schon eine Temperatur von 11—15° würde zur Entwicklung der Blüthe hinreichen (ob diese bei so niedrigen Wärmegraden auch geschlechtsreif wird, ist noch nicht erwiesen), und diese Temperatur steht in der Höhe von 1878 M. im Sommer der Pflanze sicher zu Gebote. Auch finde ich es damit in vollkommenem Einklang, dass ich die Herbstzeitlose bei Görz noch nie im Frühjahre blühend gesehen habe, ungeachtet ich deren Entwicklung im Sommer und Frühjahre seit vielen Jahren mit Aufmerksamkeit verfolge. Dort hat die Pflanze in den Monaten April, Mai und Juni an Wärme Überfluss; es kann sich nicht einmal in den kühlsten Jahren ereignen, dass die Zwiebeln mit Ende des Sommers unreif bleiben oder die Blätter

wegen Kälte ihre Functionen zu früh einstellen müssten. Es wird daher auf die Dauer der Assimilation und die während derselben herrschenden Temperaturen im Frühjahre oder Sommer ankommen. Da aber eine durch zu geringe Intensität nicht ausreichende Temperatur durch längere Dauer bis zu einem gewissen Grade ersetzt werden kann, wie auch umgekehrt eine höhere Temperatur den Assimilationsprocess beschleunigt und die Assimilationsperiode abkürzt; so werden wir schon aus dieser Andeutung jene nahezu paradoxe Erscheinung der gleichzeitigen oder fast gleichzeitigen Blüthe der Herbstzeitlose unter so verschiedenen klimatischen Verhältnissen nicht unbegreiflich finden.

Denn nehmen wir nach dem Obigen (sechsten Versuch) an, dass sich die Blüthenknospe bei 18—20° am schleunigsten entwickelt, bei einer Temperatur also wie sie in einer gewissen Region in circa 15 Ctm. Tiefe des Bodens von Mitte Juli bis Mitte August durchschnittlich vorherrscht, so kann die Blüthe daselbst am frühesten, etwa in der ersten Hälfte des August, zum Vorschein kommen; in allen wärmeren und in allen kälteren Gegenden und Örtlichkeiten hingegen müsste sie später zur Entwicklung gelangen. Allein in den wärmeren Gegenden und an den wärmeren Örtlichkeiten überhaupt hört der Assimilationsprocess früher auf, und die Blüthenknospe kann sich daher um so früher weiter zu entwickeln beginnen, je wärmer die Stelle ist, da die Molecularkräfte nach beendeter Assimilation dem Processe der Blüthenbildung dienstbar werden. Auf diese Weise mag wohl jene Gleichzeitigkeit der Blüthe für Görz und Krainburg und für die klimatisch verschiedensten Localitäten in der Umgebung von Krainburg auf einer Compensation zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer beruhen.

Nun müsste aber die Pflanze unserer Voraussetzung gemäss in allen Gegenden, deren Wärmeverhältnisse den oben bezeichneten Grad nicht erreichen, ihre Blüthen auch später entfalten, und da in diesem Falle natürlich keine Compensation denkbar ist, so sollten wir *Colch. auct.* unter solchen Verhältnissen im September oder gar erst im October zur Blüthe gelangen sehen.

Solche Örtlichkeiten wären aber nur im hohen Norden oder in den Alpen zu suchen, in Regionen bereits, wo die Sommerwärme zur Zeitigung der in den Blättern und durch dieselben

erzeugten Bildungsstoffe nicht mehr ausreicht und wo die aus unreifen Reservestoffen hervorgegangenen (mehr oder weniger abnormen) Blüthen ihres viel zu langsamen Wachsthums wegen nicht im Laufe desselben Sommers oder Herbstes zum Vorschein kommen können. Es wurde bereits im zehnten Versuch darauf hingewiesen, dass solche abnorme Blüthen in ihrem Entwicklungsgange von den normalen völlig abweichen.

Mit Bestimmtheit lässt sich sagen, dass *Colchicum* in der Bergregion unserer Breiten die zur Bildung und Entwicklung der Blüthe mittelbar oder unmittelbar erforderliche Wärmemenge vorfindet. Am 27. August des vorigen Jahres fand ich z. B. in der Gebirgsgegend von Tarvis in Kärnten alle Wiesen bei 900—1000 Mtr. Seehöhe mit unzähligen *Colchicum*-Blüthen übersäet. Im Jahre 1868 ist die Pflanze in der unteren Fichtenregion der Karpathen (bei 1000 Mtr.) sogar schon am 28. Juli blühend angetroffen worden [1].

Im Laufe der gegenwärtigen Untersuchungen haben wir Temperatureinwirkungen kennen gelernt, die (sofort und unmittelbar) weder eine messbare Volumvergrösserung noch eine bemerkbare Massenzunahme zur Folge haben. Während der Periode des (scheinbaren) Stillstandes kann man an der Blüthenknospe kaum ein angebbares Wachsthum nachweisen. Wenn einmal die Wurzeln und Blätter abgestorben sind, scheint, wenigstens in den folgenden zwei Wochen, die Pflanze keiner Lebensäusserung mehr fähig zu sein: es schlummern die Kräfte, die wir im Frühjahre an der raschen Entwicklung der Blätter und der jungen Frucht in so wundervoller Thätigkeit wirken sahen.

Gleichwohl ist es nicht denkbar, dass die in dieser Zeit der Pflanze zugekommene Wärme wirkungslos geblieben wäre. Denn, da jener (scheinbare) Stillstand bei allen Temperaturen, welche überhaupt den Organismus der Pflanze nicht direct angreifen oder schädigen, stattfindet, und wir damals auch bei den günstigsten Wärmegraden eine deutliche Spur des Wachsthums nicht wahrnehmen, eine Unthätigkeit der Molecular-Bestandtheile des Organismus aber, so lange diese in normalem Verbande mit ein-

---

[1] Karpathen-Reise von R. Fritze und Dr. H. Ilse. Verhandl. der k. k. zool. botan. Gesellsch. in Wien, 1870.

ander stehen, gegen das allgemeinste Naturgesetz verstossen würde: so sind wir genöthigt, in der sogenannten Stilistands-periode eine Thätigkeit der Molecularkräfte anzunehmen, die sich im Innersten des Organismus, in der Masse der scheinbar ruhenden Reservestoffe, auf unsichtbare Weise vollzieht, indem diese letzteren eine langsame Umwandlung oder Metamorphose erfahren, wesshalb es auch nicht immer passend wäre, die Temperaturen zwischen dem Optimum und Maximum im eigentlichen Sinne des Wortes als schädlich zu bezeichnen.

Für den Fortgang ähnlicher Untersuchungen wird es unumgänglich nothwendig sein, solche (wir können sie nach ihrer Wirkung nennen) zeitigende Temperaturen von denjenigen zu unterscheiden, welche unmittelbar eine Zunahme des Wachsthums oder die Einleitung des Wachsthums überhaupt zur Folge haben, und die wir anregende Temperaturen nennen wollen.

Die Herbstzeitlose bedarf zur vollständigen Assimilation und wahrscheinlich auch zur Zeitigung ihrer Bildungsstoffe höherer Temperaturen als zur Bildung und Entwicklung der Blüthe. Allein das Optimum der anregenden Temperaturen liegt nicht über dem 20. Wärmegrade (bei der Blüthe). Gegen Ende der Stillstandsperiode kann zwar die Blüthenknospe bei viel höheren Temperaturen an Grösse zunehmen als es später der Fall ist; so ersehen wir z. B. aus dem ersten und zweiten Versuche, dass dieselbe bei Wärmegraden zwischen 31 und 40° entschieden gewachsen ist, während in einem späteren Stadium, nämlich zur Zeit, wenn die letzte Blüthenscheide durchbrochen ist, die Knospe (d. i. das junge Perigon) schon nach 3—4stündiger Einwirkung einer Wärme von 30° nicht mehr wächst.

Wir halten es aber für sehr wahrscheinlich, dass sich jener noch anregende Einfluss der Temperaturen zwischen 31 und 40° im frühesten Entwicklungsstadium der Blüthenknospe nur auf die Hüllscheiden erstreckt und die Perigonanlage unberührt lässt. Wissen wir doch wenigstens von der innersten Blüthenscheide, dass sie nach ihrem Verhalten zur Temperatur von den Entwicklungsgesetzen des Perigons gänzlich abweicht. Die höchste Temperatur, bei welcher sich ein Wachsthum der Hüllscheiden an der jungen Knospe mit Sicherheit nachweisen liess, beträgt 38° und die tiefste, bei welcher die innerste Blüthenscheide (im

Eiskeller) noch zum Wachsen gebracht worden ist, beträgt nur 4°, somit haben die Hüllscheiden, wenn sie bezüglich ihres Verhaltens zur Temperatur unter einander nicht verschieden sind, einen Spielraum von 34°, während das Perigon in seiner Entwicklung zwischen viel engere Temperaturgrenzen gewiesen ist[1].

Innerhalb dieser engen Grenzen geht die Entwicklung des Perigons bald rascher bald langsamer vor sich. Jedoch können die Ungleichheiten in der Geschwindigkeit des Wachsthums keineswegs als eine blosse Folge ungleicher Temperaturen betrachtet werden, denn auch bei constant bleibendem Wärmegrade beginnt die Entwicklung selbst im günstigsten Falle stets mit langsamem Schritt; erst nach und nach wird der Gang des Wachsthums schneller, bis zu einer gewissen Grenze, von der an die Geschwindigkeit bald mehr bald weniger regelmässig abnimmt, einem mechanischen Bewegungsvorgang vergleichbar, welcher durch eine dauernde Ursache angeregt wird.

Hier liegt allerdings die eigentliche Ursache keineswegs blos in einer Anregung von aussen, sondern auch in der complicirten Natur des vegetabilischen Organismus selbst, in der sich allmälig vervielfältigenden Theilung und Thätigkeit der Elementarorgane.

Gehen wir einen Schritt weiter und lassen die Temperatur allmälig bis zum Maximum zunehmen und dann wieder langsam aber stetig sinken, so werden wir finden, dass das Minimum der Wachsthumsgeschwindigkeit nicht gleichzeitig mit der höchsten Temperatur, sondern später eintritt, zu einer Zeit, wo die Temperatur schon tiefere, dem Wachsthum günstigere Grade angenommen hat. Wenn aber die letztere in gleicher Weise bei allmäligem Sinken das Optimum erreicht hat, um von da wieder stetig zuzunehmen, so wächst das Perigon im Momente als die Temperatur das Optimum, also den für das Wachsthum günstigsten Wärmegrad erreicht hat, noch nicht am schnellsten; erst einige Zeit (2—4 Stunden) später erfolgt das schnellste Wachsthum, zu einer Zeit, wo sich die Temperatur bereits in einer höheren, der Entwicklung der Blüthe minder günstigen Phase

---

[1] In diesem Sinne ist die Angabe in meinen „Studien“ p. 83 (347) bezüglich der VIII. Pflanzengruppe zu berichtigen und zu ergänzen.

befindet. Man vergleiche z. B. nur die im fünften Versuche festgestellten Thatsachen.

In der anorganischen Welt kennen wir keinen Vorgang, mit dem sich die bezeichnete Erscheinung passend vergleichen liesse. Bei den mechanischen Processen geht aus der gegebenen Anregung fast gleichzeitig eine entsprechende Arbeitsgrösse als Endresultat hervor, wenn die Glieder des mechanischen Systems mit einander fest verbunden sind. Im vorliegenden Falle gehen die Anregungen von der Temperatur aus; die Arbeitsgrösse ist dem Zuwachs des betreffenden Pflanzentheiles gleich, den wir als mittelbare Folge einer bestimmten Summe von Temperaturanregungen betrachten.

Während sich aber bei jedem mechanischen System von fest zusammenhängenden Massen die durch eine oder mehrere rasch auf einander folgende Stosskräfte hervorgebrachte Anregung in unmessbar kurzer Zeit von Theilchen zu Theilchen einfach fortpflanzt, wird im Processe des Wachsthums jene von der Wärme ausgehende Anregung mittelst chemischer Verbindungen und Trennungen der Stoffe in eine Reihe theils gleichartiger, theils ungleichartiger Kräfte umgewandelt, deren wechselseitige Beziehungen uns übrigens noch wenig bekannt sind. Von dem Momente an, in welchem ein bestimmter Wärmegrad dem wachsenden Pflanzentheile mitgetheilt worden ist, bis zu dem Momente in welchem wir am Wachsthum die Wirkung jenes Wärmegrades erkennen, hat die wirksame Wärme eine längere sehr complicirte Arbeit vollbracht.

Ausserdem müssen wir berücksichtigen, dass sich im Innern des Organismus die Wärme sehr langsam fortpflanzt, und dass demgemäss in der Umgebung stattgefundene Temperaturveränderungen jedenfalls erst nach einer messbaren Zeit den Herd des Wachsthums erreichen.

Mit den eben ausgesprochenen Ansichten wollen wir vorläufig nur andeuten, auf welche Umstände bei der Einleitung jener Versuche Rücksicht genommen werden muss, welche zur Erklärung der Lebenserscheinungen der Pflanzen bestimmt sein sollen.
